

---

中国チベット高原の農業生態系における  
継続性ある生物生産に関する基礎的研究

---

(課題番号: 11691169)

平成11年度～平成12年度

科学研究費補助金〔基盤研究(B)〕

研究成果報告書

平成13年3月

研究代表者 本江昭夫

(帯広畜産大学畜産学部)

## はしがき

チベット高原は90%以上が標高3000m以上である。土地面積が123万km<sup>2</sup>という、この広大な高原では、古くから他に例を見ない独自の農業が営まれてきた。河川近くの畑地ではオオムギが栽培され、斜面の草地ではヤクやヒツジの牧畜が行われてきた。このように標高が高いという特異な環境が草地・畑地の生産性におよぼしている影響を明らかにすることが、この研究の目的である。そのために、まず、土壌-植物-大気系の水と熱の挙動を解析し、さらに、これらの要因が草地と作物の生長におよぼしている影響を調査した。また、どのような農業技術を利用して継続性ある生物生産をあげているのかを明らかにするために、フィールド調査を行った。

平成11年と平成12年に、合計4回の現地調査を実施した。平成11年7月5～18日に、チベット自治区の拉薩の東40kmにある中国科学院農業生態実験場のコムギ畑、オオムギ畑において、熱・水収支、葉面積と気孔の挙動、降水および地下水の電導度・pHを測定し、低炭酸ガス濃度、低水蒸気圧というチベット高原特有の低圧環境の特性と作物の反応を調査した。また、平成12年度5月25日～6月6日に、拉薩と当雄において、前年と同様の調査を行った。

これらとは別のグループとして、平成11年9月2～18日に、チベット自治区の中央部を南北に縦断し、ヤクとヒツジの遊牧を主体とする牧畜業と、オオムギを主体とする農業の現状について調査した。さらに、平成12年度9月2日～10月22日に、拉薩から東方の加查と林芝において前年と同様の調査をおこなった。

なお、今回の科学研究費補助金に関する、研究組織、研究経費、研究発表は次のとおりである。

### 研究組織

研究代表者: 本江昭夫(帯広畜産大学畜産学部教授)

研究分担者: 高橋英紀(北海道大学大学院地球環境科学研究科助教授)

研究分担者: 岩間和人(北海道大学農学部教授)

研究分担者: 鈴木啓助(信州大学理学部助教授)

研究分担者: 山本紀夫(総合研究大学院大学先導科学研究科教授)

研究分担者: 稲村哲也(愛知県立大学文学部教授)

## 研究経費

平成11年度	4,400千円
平成12年度	4,700千円
計	9,100千円

## 研究発表

- (1) 学名誌等
- ・稲村哲也・本江昭夫・山本紀夫・蘇鳳鳴・楊中芸: チベットにおける農業と牧畜の現状. 愛知県立大学文学部論集, 第49号、1~21 (2000).
  - ・M. L. C. Lopez, K. Iwama, K. Suzuki, X. Zhang and H. Takahashi: Stomatal conductance behavior and single leaf transpiration of two winter wheat varieties in a high altitude environment, Tibet. (投稿中)
- (2) 口頭発表
- ・岩間和人・高橋英紀・張憲洲: チベット高原で栽培されているコムギの葉の気孔の特徴. 日本作物学会紀事、第69巻別号、2000.
  - ・岩間和人: チベット中央部での作物栽培の現状. 日本作物学会紀事、第70巻別号、2001(予定).
- (3) 出版物
- ・山本紀夫: ヒマラヤの「ジャガイモ革命」. 毎日新聞、2001年1月12日朝刊

# 目 次

この報告書は以下のような7章から構成されている。

第1章	調査日程と調査項目	本江昭夫……	1～ 5
第2章	チベット高原の自然環境と植生	本江昭夫……	6～ 37
第3章	チベット自治区の農業の現状と問題点	本江昭夫……	38～118
第4章	ツァンポ川流域の農業と栽培植物	山本紀夫……	119～139
	—チベット高原における環境利用の一断面—		
第5章	チベットにおける農業と牧畜の現状	稲村哲也……	140～157
		本江昭夫	
		山本紀夫	
		蘇 鳳鳴	
		楊 中芸	
第6章	Stomatal conductance behavior and single leaf transpiration of two winter wheat varieties in a high altitude environment, Tibet	M.L.C. Lopez …	158～
		K. Iwama ……	192
		K. Suzuki	
		X. Zhang	
		H. Takahashi	
第7章	チベット中央部での作物栽培	岩間和人……	193～202



## 第1章 調査日程と調査項目

帯広畜産大学 本江昭夫

チベット自治区において、平成11年度と12度に、以下のように4回の現地調査を行った。日程、調査地、調査項目をあわせて記しておく。調査したルートは図1に示してある。

### 第1回 平成11年度7月5日～18日

#### 1) 氏名と分担課題

高橋英紀：低圧環境下における植物群落の水・熱収支特性の解明

岩間和人：低圧環境下における植物の水分生理特性の解明

鈴木啓助：農業的土地利用地域の水循環システムの研究

ラリー・ロペス：実験補助

#### 2) 調査日程と調査項目

7月5日 航空機にて、関西空港発、成都着、成都泊

6日 航空機にて、成都発、拉薩着、中国科学院拉薩生態試験站泊

7日 高度順化および実験準備

8～16日 高橋：オオムギ畑の熱収支、蒸発散、気孔伝導度、土壌、水分観測

岩間：オオムギの光合成、葉面積、草丈、生体重など計測

鈴木：地下水、河川水、雨水の採取と簡易水質分析

17日 航空機にて、拉薩発、成都着、成都泊

18日 航空機にて、成都発、上海着、上海発、関空着

### 第2回 平成11年度9月2日～22日

#### 1) 氏名と分担課題

本江昭夫：草地の管理利用、生産性の調査、研究

山本紀夫：農作物の栽培・利用・流通の調査、研究

稲村哲也：牧畜システムの調査、研究

#### 2) 調査日程と調査項目



- 9月2日 航空機にて、関空発、北京着、北京泊
- 3～4日 関係機関へ挨拶、北京泊
- 5日 航空機にて、北京発、成都着、成都泊
- 6日 航空機にて、成都発、拉薩着、拉薩泊
- 7日 拉薩周辺の農家で調査
- 8日 陸路、拉薩発、当雄着、途中で農民から調査
- 9日 陸路、当雄発、那曲着、途中で農民から調査
- 10日 陸路、那曲発、安多着、途中で農民から調査
- 11日 陸路、安多発、当雄着、途中で農民から調査
- 12日 陸路、当雄発、拉薩着、途中で農民から調査
- 13日 拉薩にて資料の整理
- 14日 陸路、拉薩発、日喀則着、途中で農民から調査
- 15日 日喀則周辺で農民から調査
- 16日 陸路、日喀則発、定日着、途中で農民から調査
- 17日 陸路、定日発、樟木着、途中で農民から調査
- 18日 陸路、樟木発、カトマンズ着、途中で農民から調査
- 19～21日 カトマンズにて資料の整理
- 22日 航空機にて、カトマンズ発、関空着

### 第3回 平成12年度5月25日～6月6日

#### 1) 氏名と分担課題

高橋英紀：低圧環境下における植物群落の水・熱収支特性の解明

鈴木啓助：農業的土地利用地域の水循環システムの研究

#### 2) 調査日程と調査項目

- 5月25日 航空機にて、関西空港発、成都着、成都泊
- 26日 航空機にて、成都発、拉薩着、中国科学院拉薩生態試験站泊
- 27日 高度順化および実験準備
- 28～29日 高橋：オオムギ畑の熱収支・蒸発散観測機器の  
鈴木：地下水・河川水・雨水の採取と簡易水質分析
- 30日 陸路、拉薩発、当雄着、当雄泊

31日～6月1日 高橋：草原の熱収支・蒸発散量測定

鈴木：土壌調査、河川水・雨水の収集と簡易水質分析

6月2日 陸路、当雄発、拉薩着、中国科学院拉薩生態試験站泊

3日 試料・資料整理および帰国準備

4日 航空機にて、拉薩発、成都着、成都泊

5日 航空機にて、成都発、上海着、上海泊

6日 航空機にて、上海発、関空着

#### 第4回 平成12年度9月2日～10月22日

##### 1) 氏名と分担課題

本江昭夫：草地の管理利用、生産性の調査、研究

山本紀夫：農作物の栽培・利用・流通の調査、研究

稲村哲也：牧畜システムの調査、研究

##### 2) 調査日程と調査項目

8月30日 航空機にて、関空発、広州着、広州泊

31日 航空機にて、広州発、成都着、成都泊

9月1日 航空機にて、成都発、拉薩着、拉薩泊

2日 拉薩にて関係機関へ挨拶

3日 陸路、拉薩発、澤当着、途中で農民から調査

4日 陸路、澤当発、加査着、途中で農民から調査

5～8日 加査周辺で農民から調査

9日 陸路、加査発、澤当着、途中で農民から調査

10日 陸路、澤当発、拉薩着、途中で農民から調査

11日 陸路、拉薩発、林芝着、途中で農民から調査

12～13日 林芝周辺で農民から調査

14日 陸路、林芝発、拉薩着、途中で農民から調査

15日 拉薩にて、関係機関へ挨拶

16日 航空機にて、拉薩発、カトマンズ着

17～21日 カトマンズにて資料整理

22日～10月4日 ネパールのアンナプルナ地域の農民から調査

10月5～8日 カトマンズにて資料整理

9～21日 ジュンベシ地域の農民から調査

22日 航空機にて、カトマンズ発、関空着

## 第2章 チベット高原の自然環境と植生

帯広畜産大学 本江昭夫

### 1. はじめに

チベット高原の自然環境について詳しく述べられた資料は日本にはほとんどない。そこで、この章では、『西藏植被』を参考にして、チベット高原の自然環境について述べることにする。

### 2. チベット自治区の地理

チベット自治区は中国の南西部に位置し、北で新疆ウイグル自治区、青海省と接しており、東は金沙江をはさんで四川省と接し、南は中国の雲南省、ミャンマー、インド、ブータン王国、シッキム、ネパール王国などの国々と国境を形成している。西はインドのカシミール地区と隣接している。北緯 $26^{\circ}40'$ から $36^{\circ}30'$ まで約1000km、東経は $78^{\circ}30'$ から $99^{\circ}$ まで約2000kmの間にある。土地面積は122.84万 $\text{km}^2$ 、中国全土の12.8%を占めており、新疆ウイグル自治区に次いで国内第二位の広さである。

チベット自治区の標高は、3000m以上のところが多い(図1)。最高はチョモランマ峰(エベレスト)で、8848mに達する。しかし、最低のところは約100mの高さしかなく、垂直高度はおよそ8000mに達する。

東南チベットはインド洋に近く、直線距離にして約450kmである。北西チベットは中央アジアの乾燥地帯とパミール高原に連なる。地理的に見ると、東アジアの湿潤亜熱帯と中央アジアの乾燥熱帯とがちょうど交錯する地域にあたる。この地理上の位置が、チベット自治区の自然環境の特徴に強い影響を与えている。

### 3. 地質と地形

#### 3-1. 山脈

チベット高原は、現在の平均標高は4500m以上であるが、古生代以前は海底

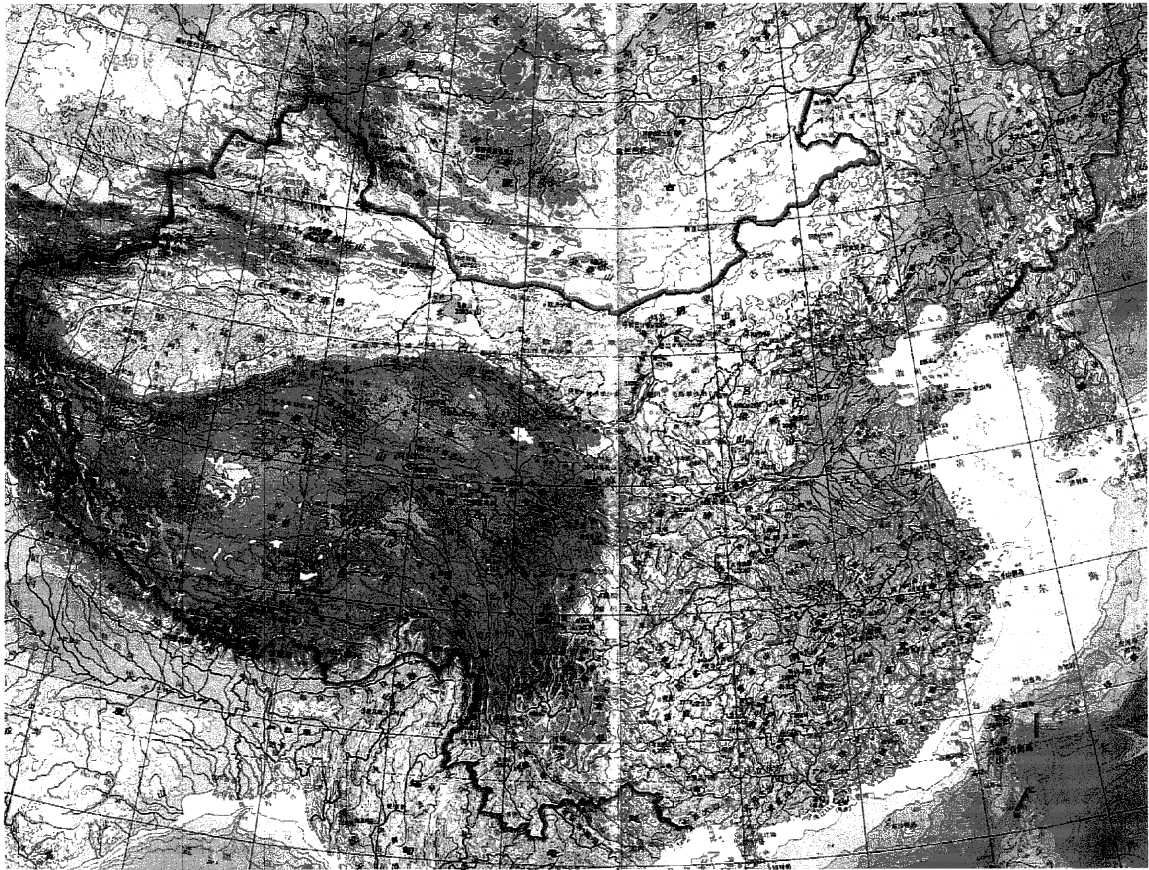


図1 中国の地形図

にあった。三畳紀からこの古い海底は、青海省西部、インドなどと共にゆっくり隆起し始め、陸地を形成していった。白亜紀後期に始まったヒマラヤ造山運動の影響を受けて、この隆起は促進された。第三期前期まで陸地は広がっていった。さらに、ヒマラヤ造山運動は活発化して、チベット高原は非常に早い速度で上昇し、数万年あまりの間に、現在のように世界で一番若くて一番高い高原になっていった。現在のチベット高原は、ヒマラヤ造山運動の内圧力が作用した結果できたものである。チベット高原が隆起していく過程で、同時に侵食作用も起こり、現在のような複雑な地形を作りあげていった。

現在のチベット高原は、全体として南東方向に傾斜しており、東経 $95^{\circ} \sim 96^{\circ}$ 付近で急に南へ折れ曲がっている。チベット高原には、全体として南東方向に傾斜して、大きな山脈の列が東西方向に5列平行して走っている(図2)。一番南には、最も大きいヒマラヤ山脈が東西に走っている。そのすぐ北に、西の岡底斯山脈(Gangdisi)が東の念青唐古拉山脈(Nianqing Tanggula)に連なっている。さらに北に、西の喀喇崑崙山脈(Karakorum)が東の唐古拉山脈(Tanggula)に連なっている。さらに北に、中央の可可西星山脈(Hohxil)がすぐ東の巴顔喀拉山脈(Bayankala)に連なっている。最も北に崑崙山脈(Kunlun)がある。これらの山脈の中で、ヒマラヤ山脈は世界で一番若く、一番高い山々であり、チベット高原の南縁に位置し、7000~8000mの高度差をもってインドの平原に連なっている。標高8000m以上のピークが11座もあり、その中に有名なチョモランマ峰(エベレスト)がある。ヒマラヤ山脈の北方に位置する山脈も非常に高く険しい。チベット高原の南東部には、念青唐古拉山脈と唐古拉山脈から南東に続く山脈として、南北方向に走る山脈がある。これらの山脈は南方のインドシナ半島の北部にまで続いている。標高4000~5000mの山脈が3本走っており、横断山脈と呼ばれている。

### 3.2. 河川

チベット高原は多くの大河の源流域となっている(図3)。これまで述べてきた山



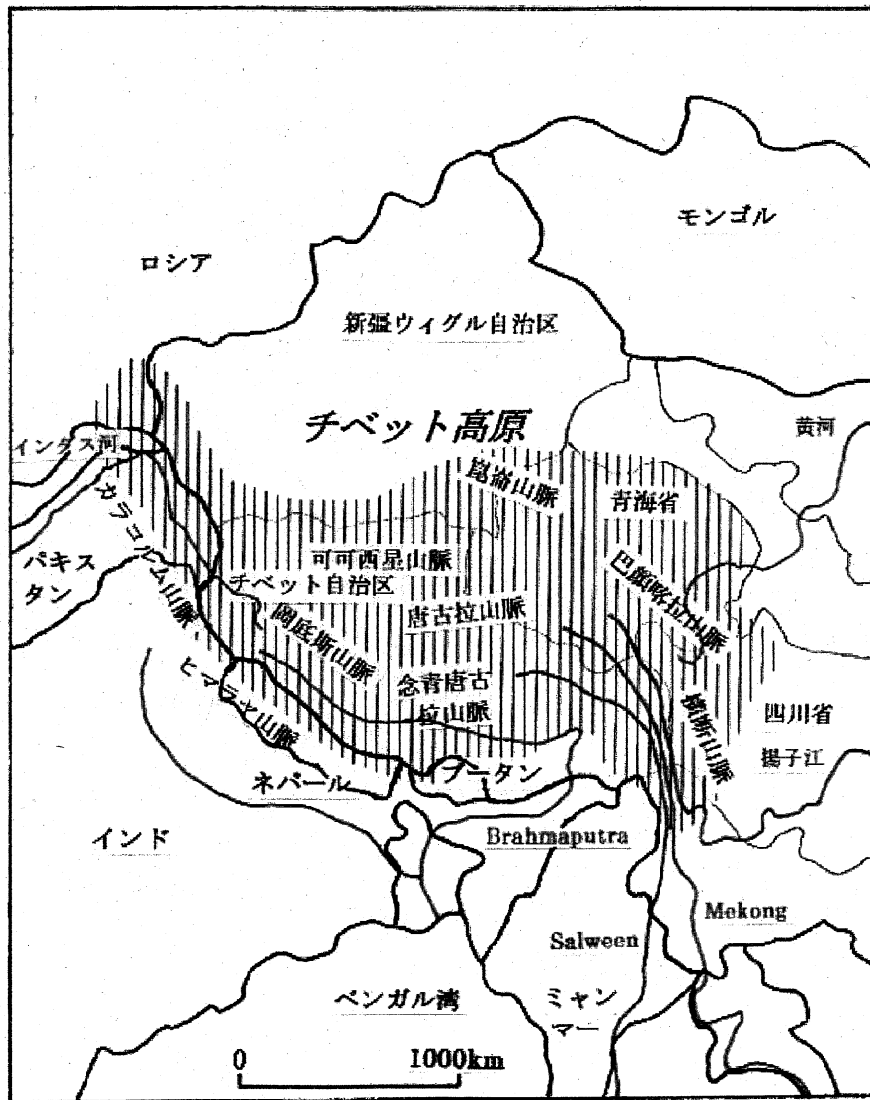


図2 チベット高原(縦線の部分)における山脈(黄色部分)と河川(赤線)。Brahmaputra の上流がヤルツァンポ河、Salween の上流が怒江、Mekong の上流が瀾滄江、揚子江の上流が金沙江である。

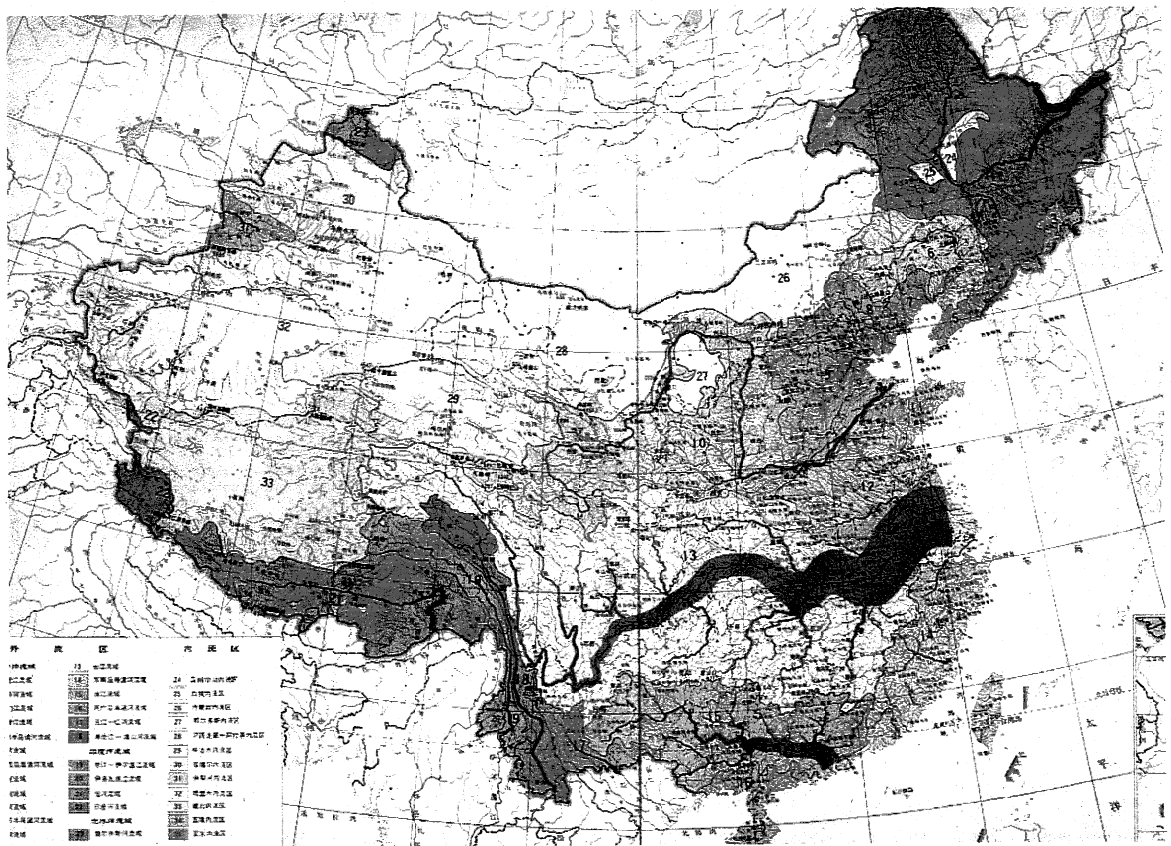


図3 中国の水系図

脈と山脈の間には、広い谷、盆地、丘陵、低い山、湖などがあり、ところによっては深く切り立った峡谷となっている。これらの地形は東西に連続して分布している。チベット高原の中心部は羌塘(Qiangtang)高原と呼ばれており、標高は4500～5000mである。チベット高原を東西に貫通する広い谷には大河がある。崑崙山脈の南麓の谷には、班公錯・色林錯が流れている。岡底斯山脈とヒマラヤ山脈の間は、深く切り立った峡谷となっており、ヤルツァンポ河(Yarlung Tsangpo: 雅魯藏布江)が流れている。この河はチベット高原を西から東に向かって流れ、東部で南迦巴瓦峰(Namjagarwa)という巨峰(図5)にぶつかって東進を阻まれ、急に南へ向きを変える(図4)。さらに下って、インドの平原に入り、Brahmaputra川となってベンガル湾に注ぐ。チベット高原の東端にある横断山脈には80kmほどの間に3本の大河が南東に向かって流れている。西から怒江、瀾滄江、金沙江である。怒江は下流のミャンマーに入ってSalween河となる。瀾滄江はインドシナ半島へ流れ下り、Mekong河となる。金沙江は華南の平原に入って揚子江となる。また、揚子江とならんで中国の二大河川の1つである黄河もチベット高原北東部を源流としている(図6)。さらに、チベット高原西部のカイラス山(崗仁波齊峰)あたりを源流とする葛爾蔵布は森格蔵布(獅泉河)、朗欽蔵布と合流して、インドの平原でインダス河となる。

チベット高原の河川は、高原内に留まっている内流と、高原の外へ流出する外流に分かれる(表1)。チベット自治区の河川の総流域面積は118万km<sup>2</sup>であり、外流する河川の総流域面積は42.4%であり、半分以上が外部へ流出しない、内流する河川である。ヤルツァンポ河は、外流する河川の総流域面積のうち48.3%を占めており、チベット自治区の農業を支えている母なる大河となっている。

内流域の東端は、東経91～92°付近であり、これはちょうど安多と当雄を結ぶ線になる。内流域の南端は岡底斯山脈と念青唐古拉山脈である。普通、内流河は、小さくて短いものが多く、盆地の周囲の山から流れ出て、盆地の底部に集まり、湖に注ぐ。チベット高原には小さい湖が多数あり、星のように点在している。

図 4  
チベット高原を東進  
してきたヤルツァン  
ポ川が、南方へ向き  
を変えるところ(高  
登義編、1999)。

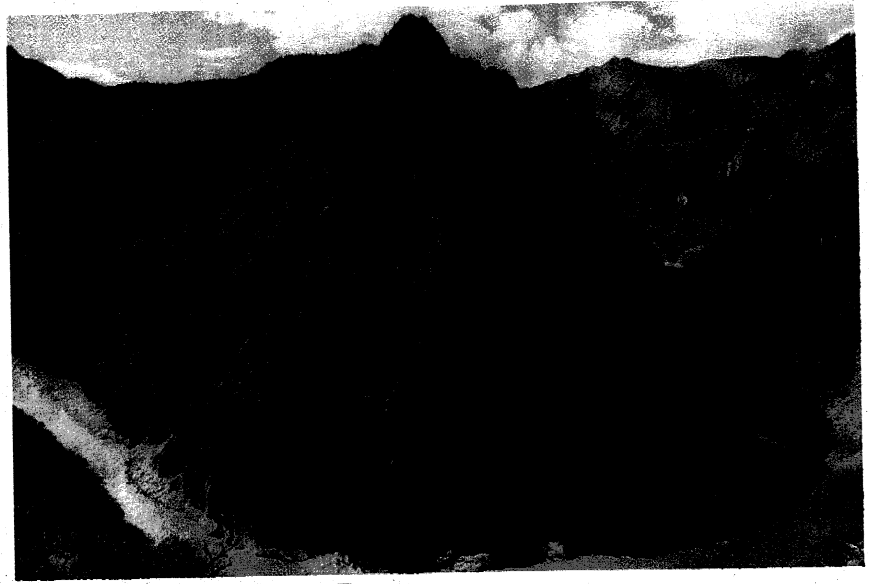


図 5  
ヤルツァンポ川の東進を阻む巨  
峰、南迦巴瓦峰(Namjagarwa 山)  
(高 登義編、1999)。



図 6 チベット高原における黄河の源流

表 1 チベット自治区における主要河川の流域面積

種類	水系	河川名	流域面積(km <sup>2</sup> )	割合(%)		
外流河川	太平洋水系	金沙江-長江	23,060	2.0		
		瀾滄江-Mekong	38,470	3.3		
		怒江-Salween	103,330	8.8		
		察隅曲	18,533	1.6		
		丹龍曲(達蘭河)	11,030	0.9		
		雅魯藏布江-Brahmaputra	240,480	20.4		
		西巴霞曲	26,664	2.3		
		鮑羅里河	11,117	0.9		
		達旺-娘江曲	6,330	0.5		
		洛紮怒曲	5,160	0.4		
		その他	14,140	1.2		
		小計	<b>498,334</b>	<b>42.4</b>		
			インド洋水系	朗飲藏布(象泉河)-Indus	22,760	1.9
				森格藏布(獅泉河)-Indus	27,450	2.3
その他	15,300			1.3		
小計	<b>65,510</b>			<b>5.6</b>		
内流河川		羊卓雍錯	9,980	0.8		
		瑪旁雍-拉昂錯	8,700	0.7		
		その他	593,562	50.5		
		小計	<b>612,242</b>	<b>52.0</b>		
		合計	<b>1,176,086</b>	<b>100</b>		

### 3-3. 湖

チベット高原の湖の総面積は、24200km<sup>2</sup>に達する。100km<sup>2</sup>以上の湖が47個、5km<sup>2</sup>以上の湖は345個ある。湖底沈殿物の分析から、多くの湖は、古第三紀～中更新世の間、相当規模の大きい湖を形成していて、淡水であった。中更新世以後、東西に走る山脈の隆起が続き、これらの山脈が南からの水蒸気の供給を阻止してしまった。さらに、気候が乾燥化し、大きな湖は急激に小さくなり、いくつかに分割されていった。その過程で、湖水の中に塩類が集積し、淡水→微塩水→塩湖へと変化していき、最後には乾燥塩湖になった。昔の大きい湖の跡では、底部は平原となっており、周辺部には階段状の台地が残っている。

チベット高原で一番乾燥している羌塘高原の北には、たくさんの乾燥した湖がある。そのうちのいくつかは季節によって水がたまり湖になる。多くの湖は塩類濃度の高い塩湖である。羌塘高原の南東にある湖は、多くは微塩湖か淡水湖である。チベット高原で一番大きい湖は、納木錯（標高4718m、面積1920km<sup>2</sup>）であり、二番目は色林錯（標高4530m、面積1865km<sup>2</sup>）である。羌塘高原には比較的大きい内流河があり、扎加蔵布は色林錯に、波倉蔵布は達則錯に、必多蔵布は塔若錯に注いでいる。

ヒマラヤ山脈の北麓にある湖の多くは、塩類濃度の高い塩湖である。この原因は降水量が少なく、しかも、乾燥した気候のためである。

### 3-4. 地質

これまで述べてきた地形と水文の特徴は、地質構造にも大きな影響をあたえている。チベット高原の地質の特徴を6区に分けて述べる。

#### (1) ヒマラヤ山脈の南側

この地域の岩石は、主に前寒武系の深変質岩（結晶灰岩、各種の片麻岩、混合し

たものを含む)と喜山期の花崗岩である。平均標高6000m以上のヒマラヤ山脈はチベット高原の現代氷河の源泉地である。氷河は、谷間へ下っていく時に、地表面を浸食し、その結果、U型の谷を形成する。このようなU型の谷はいたるところで見ることができる。山脈の尾根筋では、凍結と風化作用が非常に強い。山脈の下では、氷河からの水が川となり、また、南西の季節風が豊富な降水をもたらし、激しい浸食作用を引き起こしている。その結果、ヒマラヤ山脈の南側では、深くて険しい谷が多い。

## (2) 東南チベット

この地域の地層の構造は複雑であり、三疊系などの海相地層が多く見られる。石炭系、二疊系、白亜系、泥盆系、奥陶系の海相地層もある。岩石の種類は石灰岩、大理石、砂岩、凡岩、千枚岩である。火成岩は主に燕山晩期か早期の花崗岩である。

横断山脈の南北方向に走る深い谷には怒江、瀾滄江、金沙江が流れているが、この谷はまた南西季風が北へ吹きあがる通り道となっている。南から送りこまれた水蒸気は激しい雨を降らせ、流水による浸食作用は強い。この地域の南では、標高は2200~3000mしかないが、尾根と川底の高度差は2000~2500mに達し、谷を形作る斜面の傾きは40°以上にもなり、険しい地形となっている。この横断山脈には標高6740mの梅里雪山(Meilixueshan)がそびえ立っている。

加查の東、ヤルツァンポ河の中～下流域では、南から送られてきた水蒸気は北へ押しあげられて、たくさんの降雨を降らせる。平均標高5000m以上の東ヒマラヤや念青唐古拉山脈の東部では、大規模な海洋性の氷河が形成されている。しかも、氷河の一番低い地点は標高2700mとなっている。山地の上の方では、古い氷河が形成したU型の谷が多い。この地域は、高度差が大きく、氷河の活動性は強く、河川は激流となっている。高い山と深い谷という、特徴ある地形となっている。また、時々泥石流が発生し、その結果、河流が湖になることもある。例えば、然烏湖や易貢湖などはそうしてできた湖である。

### (3) 北東チベット

この地域は念青唐古拉山脈の北側にあたる。外流河川の分水嶺の北東にあたるので、内流の河川が多い。地層は主に侏羅系、三疊系の海相地層である。岩石は主に石灰岩、大理石、板岩、負岩である。第三～第四紀の石灰系の海成地層がところどころで見られる。念青唐古拉山脈と唐古拉山脈は火成岩であり、燕山晩期の花崗岩も含まれる。この地域は、羌塘高原の内流区となっているが、第四期には怒江はこの地域を浸食していた。第三期の沈積物の上を河川が侵食したので、浸食された時間は短い。河川の侵食の程度は東から西へ行くに従い弱くなっている。この地域は、山が低く、山と山の間には、古い湖の底であった、広く平坦な盆地がある。一般に、山脈の標高は5000～5300m、盆地の標高は4250～4500mである。広い谷となだらかな丘陵地がこの地域の特徴である。

### (4) 南チベット

この地域は、岡底斯山脈と念青唐古拉山脈の間に位置している。侏羅系と三疊系の海成地層が多いが、ところによっては白亜系、石炭系、二疊系、奥陶系、泥盆系、三疊系の海成地層も見られる。岩石は主に石灰岩、大理石、砂岩、石英砂岩、板岩、負岩である。ヤルツァンポ河に沿って、第三～第四紀の湖の沈殿層が分布している。岡底斯山脈で多い、燕山晩期の花崗岩がここでも見られる。

岡底斯山脈と念青唐古拉山脈の南側は深くて大きい谷となっており、ヤルツァンポ河が流れている。ヤルツァンポ河の中流の谷は、平坦で広い。この広い谷には、大量の風砂が積もって、砂漠となっているところがある。谷の両側の尾根は標高5000m前後であり、河の水面の標高は約3700mである。

ヒマラヤ山脈の北麓には、ひとつひとつが狭くて長い盆地がたくさんある。前は湖だったところで、水がなくなり、盆地となったものである。



#### (5) 西チベット

この地域は、ヤルツァンボ河とインダス河の分水嶺の西側にあたる。インダス河の上流は森格蔵布（獅泉河）と朗欽蔵布であるが、それらの流域は大きくない。地層は主に三畳系、侏羅系、白亜系の灰岩、砂負岩であり、第三紀の砂岩と礫岩もある。第三～第四紀の堆積物が表層にある。

#### (6) 北チベット

この地域は、北の崑崙山脈と、南の岡底斯山脈-念青唐古拉山脈との間にあり、羌塘高原の中心部分である。地層は主に石灰系、二畳系、侏羅系、白亜系の海成沈積岩であり、岩石は大理石、負岩、板岩、灰岩、砂岩、礫岩などである。中には古生代の片麻岩も見られる。現在の湖のまわりには、第四紀の湖の沈積層が広く分布し、その外側には第三紀の古い湖の沈積層が見られる。火成岩は主に燕山晩期の花崗岩であるが、分布は少ない。

この地域の南に、岡底斯山脈と念青唐古拉山脈がある。標高は5000～6000mであり、雪線は西の方が高く、標高6000m近くであるが、東では低くなり、5800m位である。標高6000m以上のピークは23座ある。その中の念青唐古拉峰(Nianqing Tanggula)の標高は7162mであり、岡仁波齊峰(Kailash)は6656mである。山々の頂部には大陸性氷河が発達しているが、その規模は小さい。

岡底斯山脈と念青唐古拉山脈の北部には、盆地に多数の湖がある。チベットで一番大きい湖の納木錯や二番目の色林錯がある。この地域の標高は4700～4900mである。東より西の方が標高は高く、地形も平坦である。河には常に水があり、湖水の塩類濃度は低い。

北緯32～33°、那曲と阿里を結ぶ道路の北、羌塘高原の北部は、地形が平坦で、ゆるやかな丘陵が続き、低い山々の間には塩湖がある。昔は湖底だった平原は広く平坦である。丘陵と平原の高度差は200～300mしかない。この地域の

標高は4800m以上である。降水量が少なく、河川は短く、その多くはある季節だけに水がながれる。湖水の塩類濃度は高い。凍結と融解、風化作用は非常に強く、そのために、地表面には風砂が堆積している。羌塘高原の北縁にある崑崙山脈は、標高5000～6000mであり、氷河が発達している。雪線は標高5700～6000mである。

これまで述べてきたように、それぞれの地域は特徴ある地形を持っており、気候、生物、土壌の分布に強い影響を与えている。複雑な地形のチベット高原には、いろいろな生物が生育している。

#### 4. 気象

##### 4-1. チベット高原の気象の特徴

チベット高原の緯度上の位置、海洋からの距離、標高などが、大気の流れに大きな影響を与えており、現在のチベット高原の気候をコントロールしている。チベット高原は、北半球の中緯度帯にあり、太陽の輻射を多く受けているので、豊富な太陽エネルギーを吸収している。また、西風の影響を強くうけている。一般に、チベット高原は、降水量が少なく、乾燥しており、温度差が大きく、大陸性の気候である。チベット高原は面積が広く、1/3～1/2の対流層を占めており、高原自身からの熱放出は西風に大きな影響を与えている。西風はチベット高原の西端で南北に分かれる。南に分かれた方は北西気流となって、高原の南縁（北緯28～30°の間を流れ、勢力が強くて安定しているので、チベット高原の気象に大きい影響を与える。北に分かれた方は南西気流となって、高原の北縁（北緯37～42°）を流れるが、勢力が弱くて不安定なので、チベット高原の気象に与える影響は小さい。南北分かれた気流は東へ行って、再び一つになる。

インド洋からの西南季節風は、チベット高原の気候に大きな影響を与えている。衛星を用いて、雲の分布図を分析したところ、インド洋で暖かく温められた水蒸気

は、以下のような3本の道筋をたどってチベット高原に入りこんでいることが判明した。

- ①水蒸気はベンガル湾から東ヒマラヤと横断山脈に沿ってチベット高原へ入りこむ。
- ②水蒸気はヒマラヤ山脈を越えてチベット高原へ入りこみ、主にヒマラヤの南麓と南チベットに影響を与える。
- ③水蒸気はアラビア海から高原の西部へ入りこむ。

これらの中で一番大きな影響を与えているのは、ベンガル湾からの水蒸気である。ベンガル湾から送りこまれた、湿った気流は東ヒマラヤへ侵入する時、U型の谷で大量の雨を降らせる。例えば、チベット自治区東端の巴昔犬では、年間降水量が4494mmに達する。水蒸気を含んだ気流は、東チベットのヤルツァンポ河と横断山脈の3本の大河に沿って北上し、チベット高原に入りこむ。次第に勢力は弱くなっていくが、チベット高原南東部の気候に大きな影響をあたえている。その影響は青海省の南部や羌塘高原の南部にまで及んでいる。

チベット高原の周辺では、気流の流れは季節により規則的に変化する。これまでの研究で明らかになったことは、冬の気流の流れから、夏の気流の流れへ、急激に変化することである。5月末までは、東経90°あたりの高層に、南と北に分かれた2本の気流が強い勢力を保ったまま存在している。しかし、5月下旬のある日、南に分かれた強い西風が突然消滅してしまう。同時に、ベンガル湾から夏の西南気流が北へ入りこむ。この西南気流は、6月上旬にはヒマラヤ山脈の南麓に到着し、チベット高原の南端に沿って高原へ入りこむ。このように、冬の気流から夏の気流へと変化していく。その後、10月中旬までこの状態は継続する。10月中旬になると、南に分かれた西風が勢力を強めてくる。この気流は、突然、元の勢力まで回復し、チベット高原の南端に沿って強い西風を吹かせる。その結果、ベンガル湾からの西南気流は押し出されてしまう。この冬の状態は翌年の5月末まで続く。

チベット高原では、このような季節の変化が繰り返えされている。その特徴は、

長い冬は乾燥して寒く、短い夏は湿潤で暖かい。しかも、春の気温の上昇が急であり、秋に急に気温が下がる。

チベット高原は、地球上の巨大な突出体として、冬の12～2月を除くと、年間を通して対流圏の中にそびえる巨大な「熱の島」となっている。夏には、強い熱作用で暖かい高気圧、つまり「チベット高気圧」を作る。この高気圧は、南西季節風がどの程度まで高原内部へ入りこむのかを支配している。特に、美塘高原の西部、阿里地区の気候に大きな影響を与えており、この地区の厳しい乾燥状態を作りあげている。

気象は、太陽の輻射、大気の流れ、地理的条件などが複雑にからみあつてできるものである。チベット高原には標高6000～7000m以上の山が多数あり、それらは水蒸気の流れを阻む障害物となっている。チベット高原の南端にそそり立つヒマラヤ山脈は、夏の間、暖かい南西季節風が北へ移動することを阻止し、南斜面に豊富な降水をもたらす。しかし、北斜面は「雨の影」地帯となり、ほとんど雨は降らず、非常に乾燥している。

チベット高原の大部分の所では、太陽の輻射が大きく、日照時間が長い。標高が高いために、気温が低く推移し、日較差が大きく、年較差が小さい。また、降水と温暖な季節が一致している。10月から翌年の5月までが、乾燥して寒い季節であり、6月から9月までが湿潤で温暖な季節である。これら両者は明確に区別できる。しかし、チベット高原は広大であり、気候状況の地域差が非常に大きい。

#### 4.2. 気温

チベット高原の大部分は、緯度からすると亜熱帯の範囲に含まれる。しかし、チベット高原は標高が高いので、同緯度の地域と比べ、気温はかなり低い(図7)。また、チベット高原では、標高が100m高くなると年平均気温は0.53℃低下する(図8)。

東ヒマラヤの南斜面の山麓はチベット高原の中で一番暑い地域であり、年平均気

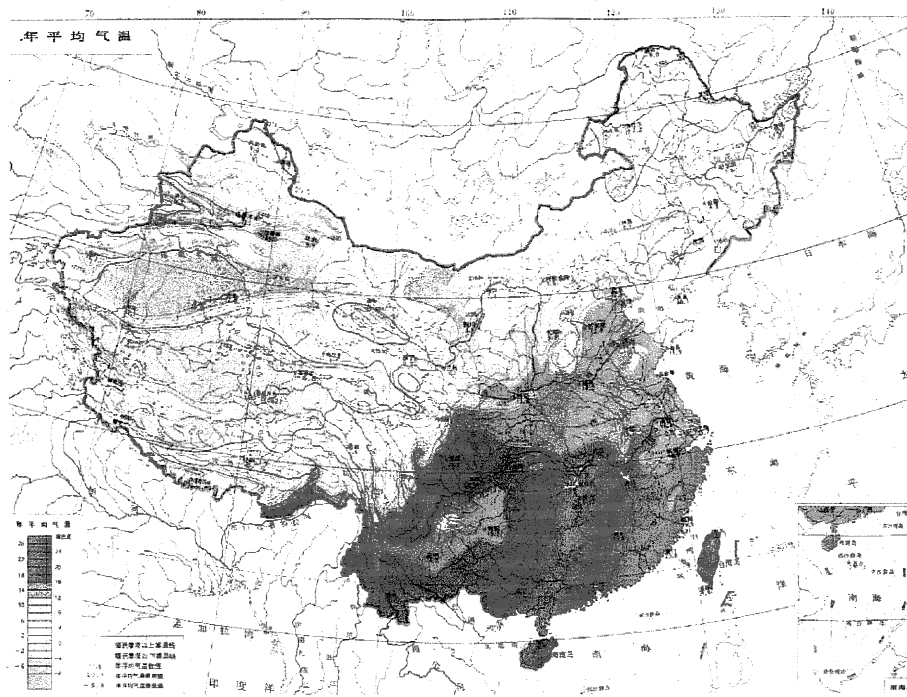


图 7 中国の年平均気温の分布図

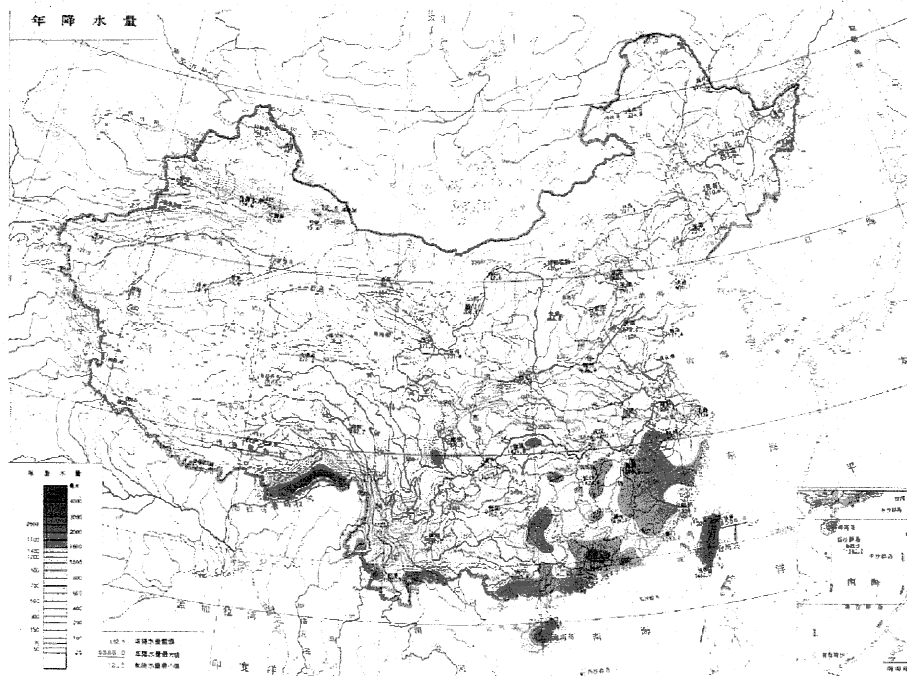


图 9 中国の年間降水量の分布図

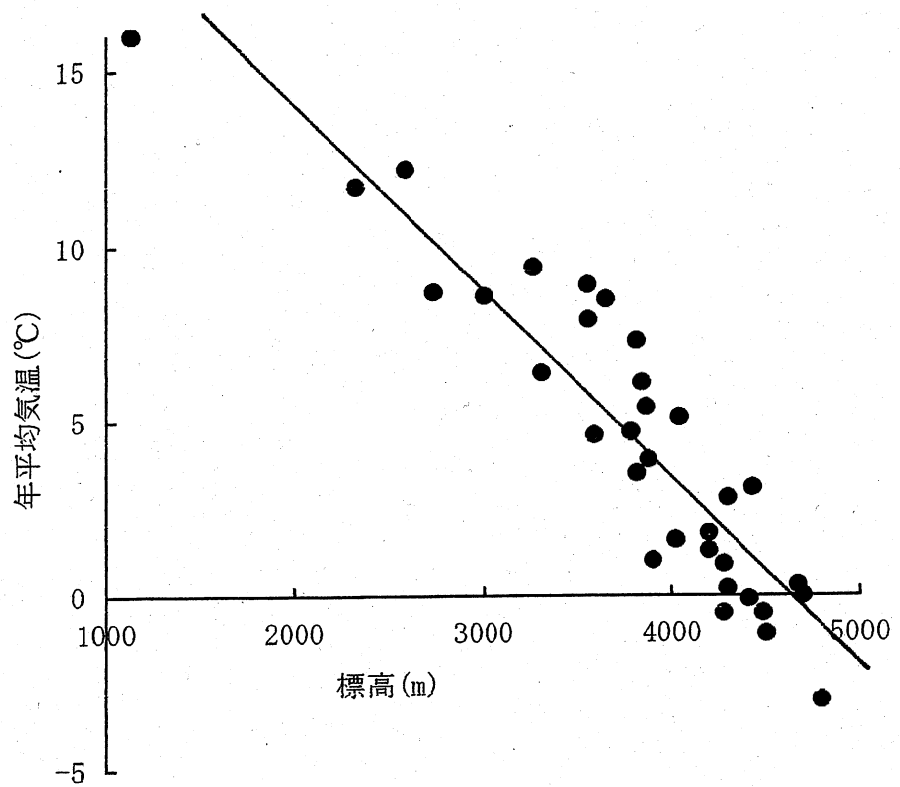


図 8 チベット自治区における 33 都市の標高(X)と年平均気温(Y)との関係。回帰式は以下のものであった。

$$Y = -0.0053 \cdot X + 24.65$$

$$r = -0.920, n=33.$$

(西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑 1992』)

温は20℃以上である。一番暑い月の平均気温は25℃以上、一番寒い月の平均気温は13℃以上である。1日の平均気温が10℃以上の期間の積算温度は6500～8500℃であり、1年中霜はなく、亜熱帯気候である。標高が上昇すると共に、気温は下がる。チベット南東の墨脱や察隅の年平均気温は約16℃で、一番暑い月の平均気温は22℃、一番寒い月の平均気温は8℃以上である。月平均気温が0℃以下の月はなく、1日の平均気温が10℃以上の期間の積算温度は5000℃、無霜期間は270日以上である。

気候が温暖な林芝周辺と東チベットの盆地では、年平均気温が約0℃であり、一番暑い月の平均気温が15～20℃、一番寒い月の平均気温はほぼ0℃である(表2)。1日の平均気温が10℃以上の期間の積算温度は2000～3000℃であり、無霜期間は150～220日である。もうひとつの暖かい地域は、澤当と日喀則地区のヤルツァンポ河流域である。年平均気温は5～8.5℃、一番暑い月の平均気温は15℃、1日の平均気温が10℃以上の期間の積算温度は2000℃以上である。2～3月の月平均気温は0℃以上であり、1年の無霜期間は120～150日である。チベット高原の北部は、一番寒い地域である。怒江の上流域にあたる那曲、安多、羌塘高原南東部の班戈一帯では、年平均気温は0～3℃、一番暑い月の平均気温は8～10℃、一番寒い月の平均気温は-10～-16℃である。最低気温は-31℃～-43℃にもなる。月平均気温がおよそ0℃の期間は6～7月だけであり、1日の平均気温が10℃以上の期間の積算温度は一般に200℃以下である。無霜期間は50日前後、大部分の地区では10～20日である。羌塘高原の北西部は特に寒いと言われているが、系統だって測定されたことはない。短期間の測定では、年平均気温は-8～-10℃、一番暑い月の平均気温は約6℃、一番寒い月の平均気温は-20℃以下である。月の平均温度が0℃の期間が9～10ヶ月もあり、1年を通して1日の平均気温が10℃以上の日はないので、積算温度は0である。広い範囲にわたって凍土が形成されており、地表面での凍結、融解が絶えず起きている。1年の間に無霜期間はない。植物が生長するのは7～8月の最低気温が0℃以

表 2 チベット自治区における主要都市の平均気温と降水量

都市名	地区名	標高 (m)	年平均 気温 (°C)	1月平 均気温 (°C)	7月平 均気温 (°C)	年間日 照時間	年間 降水量 (mm)	5-10月 降水量 (mm)
拉薩	拉薩市	3649	8.5	-0.5	16.3	3022	363	357
当雄	〃	4200	1.8	-9.8	11.3	2838	486	460
昌都	昌都地区	3306	6.4	-2.7	16.2	2277	552	488
澤東	山南地区	3552	8.9	0.3	16.6	2938	302	278
日喀則	日喀則地区	3836	6.1	-1.1	15.5	3248	348	347
那曲	那曲地区	4507	-1.1	-12.3	9.3	2879	478	442
安多	〃	4800	-3.0	-14.0	8.2	2862	409	-
改則	阿里地区	4415	-0.1	-13.8	13.2	3168	99	91
林芝	林芝地区	3000	8.6	0.0	16.0	2001	634	468



上の時期だけであるが、この時期にも霜は降る。

#### 4-3. 降水量と湿度

温められて湿った南西季節風が、主に、チベット高原の降水量をコントロールしている。ベンガル湾からの南西季節風が強くなり、チベット高原へ入りこむと、チベット高原では南東から北西にかけて順々に雨季に入っていく。降水量は南東部から北西部へかけて規則的に減少する（図 9、10）。降水量は夏に集中しており、6～9月の降水量が一般に年間降水量の70～90%を占める。さらに降水量が集中する地域も多く、日喀則や定日では、6～9月の降水量はそれぞれ95.8%と96.7%を占める。普通、冬期間の降水はほとんどない。

そびえ立つヒマラヤ山脈は南西季節風を遮る屏壁であり、南斜面では降水量が多い。特に、東ヒマラヤの南麓は世界中で一番降水が多い地域である。巴昔カの降水量は4494mmであり、墨脱では2300mm、察隅では1000mmである。ヒマラヤ中部の南麓にある樟木や亜東でも、それぞれ墨脱と察隅と同程度の降水量がある。これらの地域の年平均相対湿度は約70%、湿潤係数はおよそ1.01～1.50であり、チベット高原の中の多雨地域である。チベット高原の南東部は、降水量が多く、年間降水量は一般に600～1000mmである。しかし、昌都や卡貢では地形の影響を受けて、年間降水量は500mm以下であり、年平均相対湿度は40～50%である。

チベット高原の中央にある、辺壩、索県、林周、那曲、安多では、年間降水量は400～600mmであり、相対湿度は50～65%、湿潤係数は0.6～0.95である。拉薩谷のヤルツァンポ河流域では、年間降水量は400～450mmである。ヒマラヤ中部の北麓で、南チベットの盆地は「雨の影」地帯にあたり、降水量が少なく、200～350mmである。チベット高気圧の中心地にあたる羌塘高原には、降水量が非常に少なく、150～300mmだけである。年平均相対湿度は35～50%、湿潤係数は0.3～0.45である。チベット高原西部の阿里地区は乾燥して

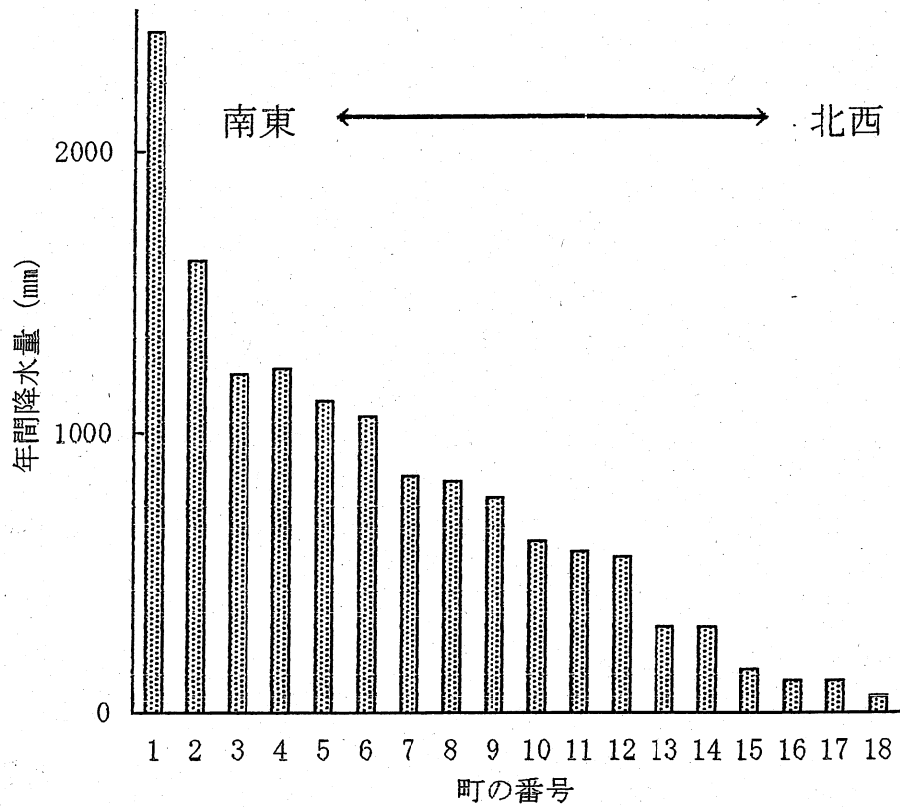


図 10 チベット自治区における、南東から北西へかけて、  
 経度の違う町の降水量（『西藏植被』）  
 1:墨脱、2:波密、3:林芝、4:丁青、5:索県、6:林周、  
 7:拉薩、8:日喀則、9:那曲、10:辦葛爾、11:班龍、  
 12:申紮、13:改則、14:普蘭、15:獅泉河、16:葛爾、  
 17:日土、18:甜水海

おり、爾泉河や獅泉河地域の年間降水量は50～80mm、年平均相対湿度は約30%、湿潤係数は0.1以下である。チベット高原で降水量が一番少ない地域は羌塘高原の北西部であり、年間降水量は50mm以下である。最も乾燥している地域では、年間降水量はわずか20mm前後である。

#### 4-4. 日照

チベット高原は太陽の輻射熱を豊富に受け、一般に、日照時間が長く、日射量は多く、降水量は少なく、晴れの日が多い。これには大気が薄いことも関係している。拉薩、定日、獅泉河などの地域では、年間の日照時間は3000時間以上であり、晴天の日の割合は78%である。拉薩の年間輻射熱量は195kcal/cm<sup>2</sup>であり、同じ緯度にある成都の88.6kcal/cm<sup>2</sup>や南昌の111.9kcal/cm<sup>2</sup>と比べて2倍の高さである。この豊富な光エネルギーが作物や牧草の光合成作用を促進させ、気温の低さを補って、非常に高い生産性をもたらしている。

広大なチベット高原では、日照時間にも、当然、地域差がある。南東から北西にかけて、次第に乾燥していくことが日照時間に大きな影響をあたえている。暖かい東チベットでは、年間日照時間は1600～2000時間、晴天の日の割合は35～45%である。チベット高原中央部の邦達、索県、那曲、当雄、錯那、帕里、聶拉木では年間日照時間は2400～2900時間であり、晴天の日の割合は55～65%である。ヤルツァンポ河の上流域、南チベットの盆地、羌塘高原の阿里地区は乾燥が激しい地域であり、年間日照時間は2900～3400時間と長く、晴天の日の割合は65～78%である。

なお、チベット高原では風の強い日が多く、また、地区によっては夏に頻繁に雹が降る。これらの気象要因も、栽培作物の生長や生産量に大きな影響を与える。

#### 4-5. 地域ごとの気象と植生

チベット自治区では、南東部が湿潤であり、北西へ行くにつれ乾燥している。こ

の降水パターンが地域の植生をコントロールしている(図 11)。チベット自治区の植生は、大きく 5 種類に分類されている(図 12)。南東部の湿潤地帯は亜熱帯雨林区である。中部から東部にかけては、亜高山性かん木草原区である。この区は面積が最も広く、また、この区の中にヤルツァンポ河が流れていて、その流域では農業が盛んである。拉薩、日喀則、昌都などの大都市はこの区に含まれる。北西部の大部分は高山性草原区であり、牧畜が盛んである。最西部は亜高山性砂漠草原区、北西部の北端は高山性砂漠区であり、乾燥の厳しい地域である。

チベット自治区は、南東の森林地帯を除くと、草地または砂漠である。これらの中で、主体となっているのは、*Kobresia humilis* が優占する長草型草地と、*Stipa purpurea* や *Orinus thoroldii* が優占する短草型草地であり、それぞれ全体の 40.6%と 37.3%を占めている(表 3)。湖の周辺、盆地の湿地、川のそばには *Kobresia schoenoides* が優占する長草型草地となっており、全体の 6.8%を占めている。この草地は生草生産性が 3000~4500kg/ha と極めて高く、多くは、囲いこまれて越冬用の草地となっている。これら 3 種類の草地が占める割合は 84.7%である。

#### (1) 東チベットの気象と植生

墨脱や察隅は東南チベットに位置しており、標高が低く、海洋性の南西季節風が最初に入りこむ地域である。従って、暖かく、降水量が多く、雨季が長い。月間降水量が 100mm以上の月が 8ヶ月に達する。11月下旬~12月に短い乾季があるが、亜熱帯多雨気候である。全域に常緑広葉樹林が広がり、標高の低い山麓や低い山には常緑雨林がある。

東チベットの峡谷地区に位置する、札木や林芝から江達や雲南省北部の徳欽に至る地域は、気温はやや下がり、降水量は著しく減少する。林芝だけは 11~12月に短い乾季があるが、これ以外の地域では年間を通して乾期がなく、温暖な気象が続く。主に、各種の針葉樹林や硬葉常緑広葉樹林、針広混交林、落葉広葉樹林がある。

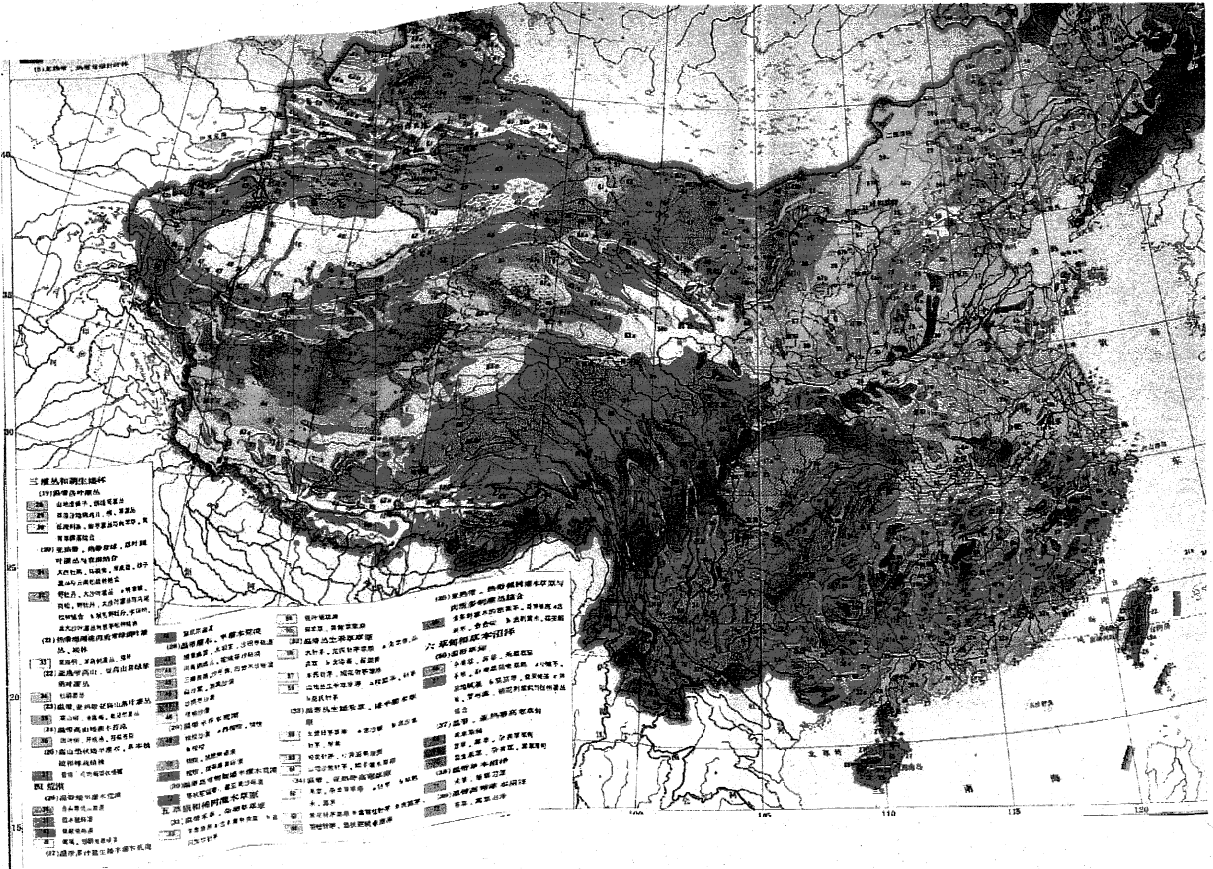


図 11 中国の植生の分布図

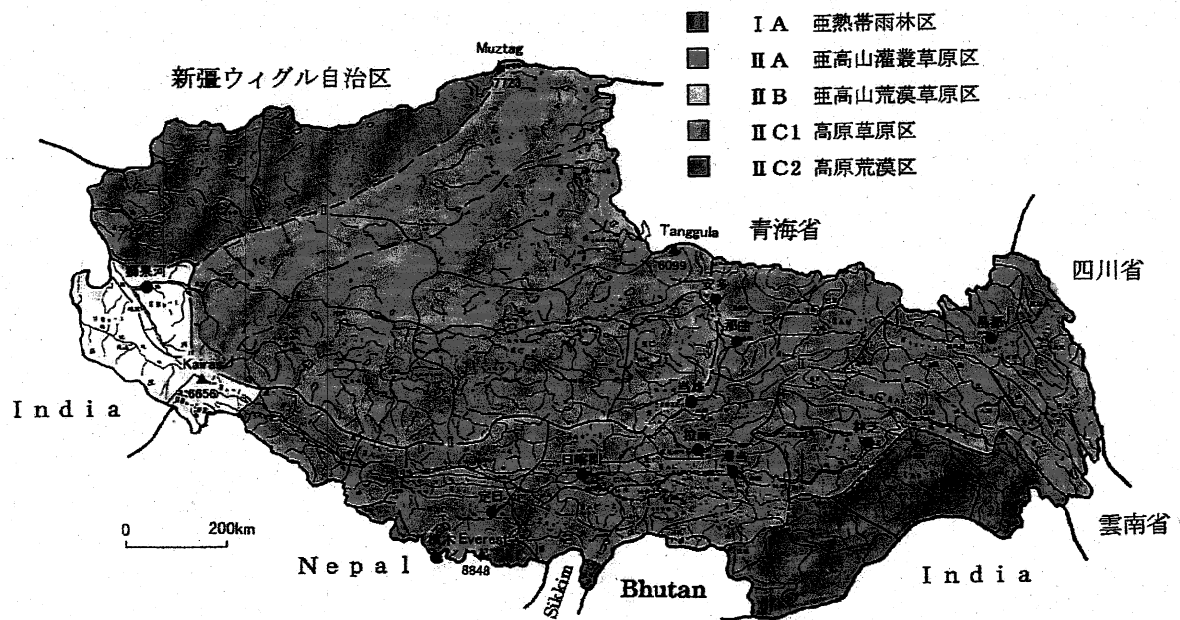


図 12 チベット自治区の植生分類図

『西藏植被』[干拔編(1988) 科学出版社、北京]の  
中の図を基礎にして作成

表3 チベット自治区における草地植生の種類と優占植物、生産性、面積の割合

草地植生の種類	優占植物	被 度 (%)	生草生産量 (kg/ha)	草地面積全体 に占める割合 (%)
高山の長草型草地	<i>Kobresia humilis</i>	70~90	525~1875	40.6
	<i>Kobresia pygmaea</i>			
湖・盆地・川の浅瀬 の長草型草地	<i>Kobresia humilis</i>	80~90	3000~4500	6.8
	<i>Kobresia schoenoides</i>			
高原平坦地の 短草型草地	<i>Stipa purpurea</i>	30~50	375以下	37.3
	<i>Orinus thoroldii</i>			
短草型草地	<i>Stipa</i> spp.	50%以上	375~750	8.3
高原平坦地の 砂漠型草地	<i>Ceratoides compacta</i>	1~3	150	1.8
疎林の草地	<i>Kobresia humilis</i>	80~90	1875以上	0.8
	<i>Kobresia</i> spp.			
砂漠型草地	<i>Ceratoides latens</i>	3~5	300	2.8
	<i>Artemisia</i> spp.			
かん木林の 長草型草地	<i>Kobresia humilis</i>	80~90	1875以上	1.6
	<i>Artemisia</i> spp.			

出典：西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑1992』

## (2) 中央チベットの気象と植生

中央チベットに位置する、邦達、錯果、那曲、当雄、錯那、帕里などでは、気温はさらに低くなり、冬の寒さが厳しい。那曲や錯那では月間降水量が100mm以上の月はほとんどないが、年間を通して乾期はない。邦達と索県は冷温、那曲は寒冷な半湿潤型の気候である。主に、高山性のかん木と草原となっている(図13、14、15)。ヤルツァンポ河の中流に位置する拉薩、澤当、日喀則では、冬に乾期があることが特徴である。温暖半乾燥型の気候である。この地域では、亜高山性のかん木と草原となっている(図16、17、18)。龍貢と巴塘では、夏の気温が著しく高いが、拉薩と同様の気候である。

## (3) 南チベットの気象と植生

南チベットの盆地にある定日、辦嘎尔、隆子などは、乾燥しており、標高が高いために気温も低い。冬期間は乾季となっている。冷温半乾燥気候であり、ここでは高山性のかん木と草原となっている。

羌塘高原南部の気候は、寒冷半湿潤型から寒冷半乾燥型へ移行するタイプである。年間を通して、気温は低く推移し、乾期はない。那曲の気候と似ているが、降水量は少ない。改則地区では、乾期があり、中国北方の草原地帯の気候とほぼ同じである。この地域では、高山性の寒草原となっている。

## (4) 西チベットの気象と植生

爾泉河や獅泉河では、降水量が少なく、植物が生長する時期は厳しい乾期である。また、気温も低く、冷温乾燥気候である。ここでは主に砂漠化草原となっている(図19、20、21)。

## 5. 土壌





図 13  
長草型の湿潤草地に放牧されているウマ。

図 14  
湿潤草地に放牧されているヒツジ。

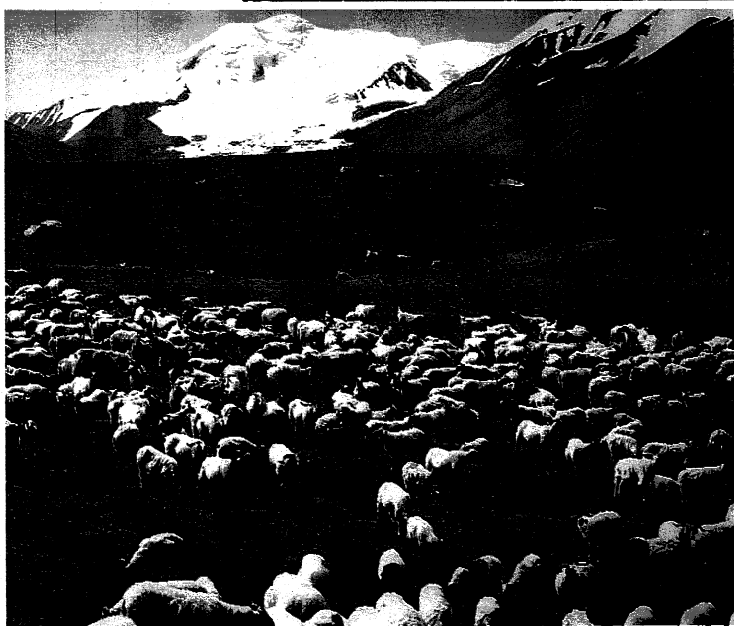
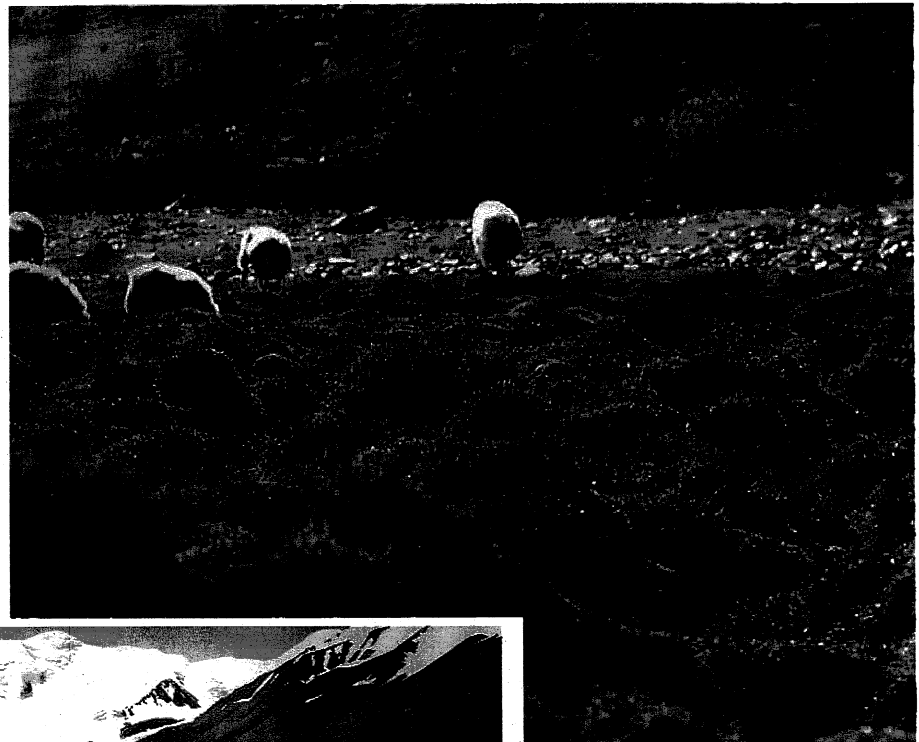


図 15  
湿潤草地に放牧されているヤギとヒツジ。

図 16  
南北の斜面。  
北向き斜面  
の方が牧草  
の生育が良い。

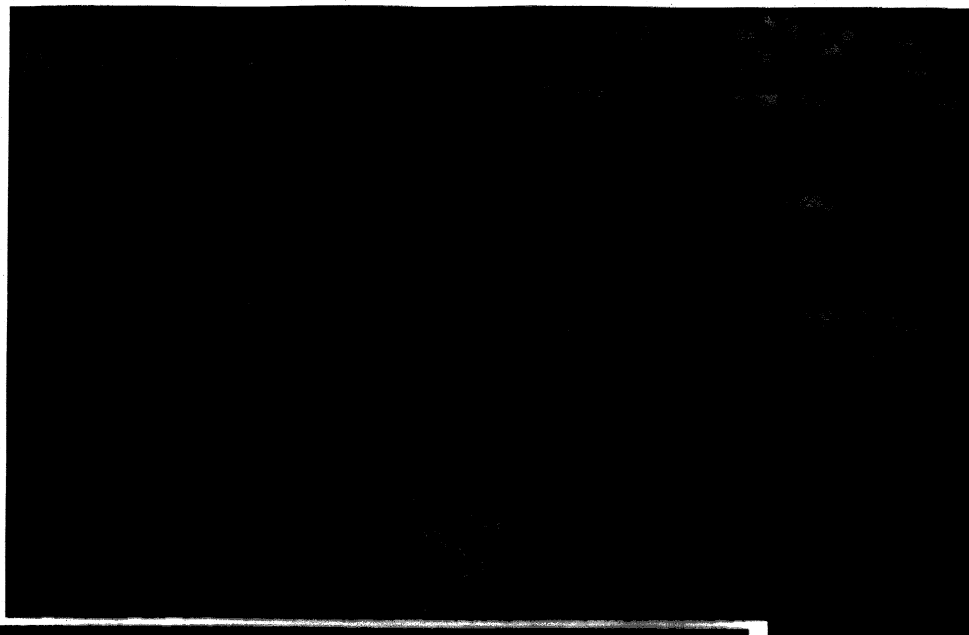


図 17  
標高 4000m  
に生育して  
いたクッシ  
ョン植物。

図 18  
良好に管理され  
た斜面の草地。



図 19  
阿里地区の乾燥草地(西藏旅遊  
編集局、1999)。

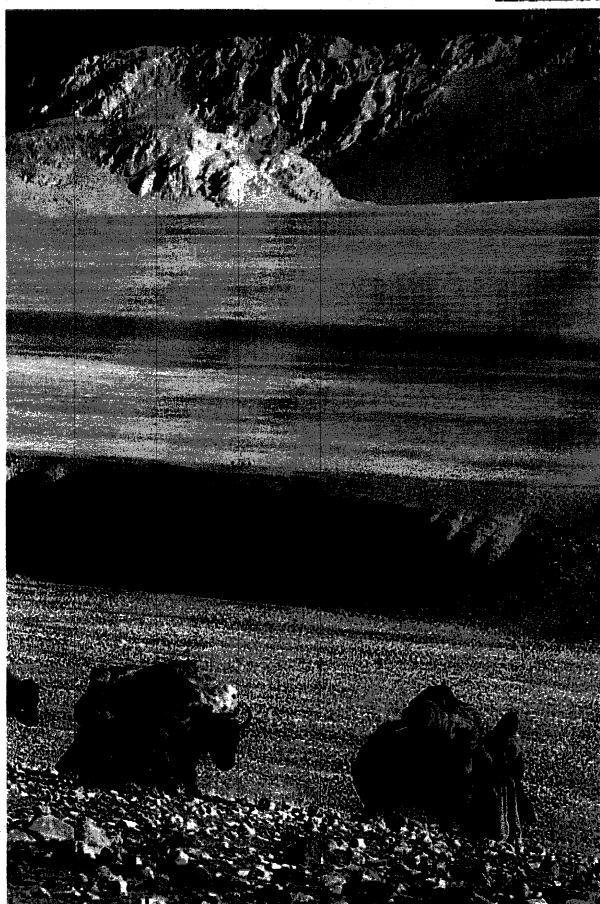
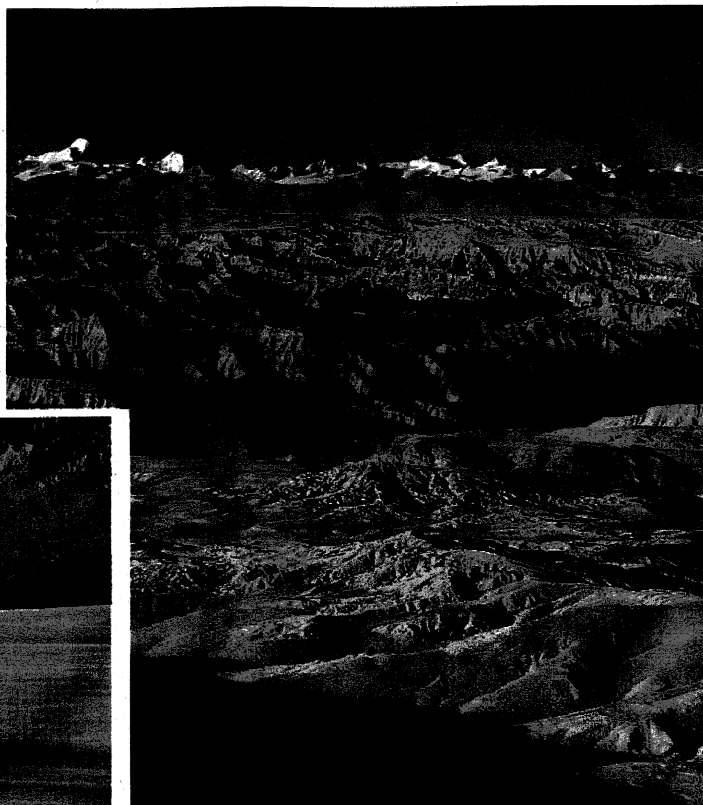
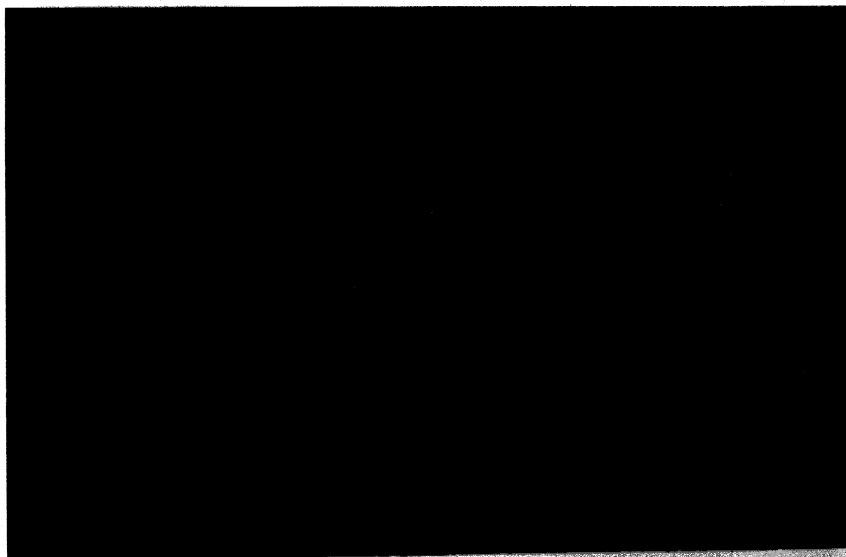


図 20 阿里地区で荷物を運搬するヤク(洛桑旦達・湯正琪編、1997)。

図 21  
那曲地区の砂漠化した斜面の草地。



チベット高原が隆起していく過程で、土壌の形成と分布は大きな影響をうけた。東ヒマラヤの南側は、南西季節風の作用で、世界で一番降水量の多い地域である。北緯29°までは亜熱帯であり、土壌の鉄アルミニウム化作用と腐植の蓄積作用が著しい。粘粒鉱物は、主に高嶺石と針鉄鉱である。土壌は、黄色硅赤土壌（夏に多雨、冬に多霧の地区）と黄色赤紅土壌（夏に多雨、冬に少雨の地区）である。

チベット南東部の峡谷地域は、温暖な気候であり、土壌にはわずかに鉄アルミニウム化作用が見られる。土壌断面には粘粒の移動と沈積が見られ、黄褐色土壌となっている。涼しい地方では、落葉と土壌微生物により腐植層の形成が顕著であり、粘粒の移動はほとんど見られない。塩基は溶脱されているので、土壌中にはカルシウムが少なく、活性な鉄とアルミニウムがかなり多く含まれており、土壌は酸性である。表層土の中で還元鉄は下へ移動し、中層で酸化して蓄積する。

ヒマラヤ中部の北麓にある盆地は、乾燥しており、腐植質の蓄積とカルシウムの蓄積が見られる。腐植質層の色は褐色から淡褐色である。

東チベットの横断山脈では深い溪谷が形成されている。その谷の部分は湿潤で暑い。有機物の分解が速いために、表層の有機質含量は低い。粘化作用は、華北褐色土より弱く、深い部分にまで見られる。溶脱作用は弱く、蒸発作用が盛んなため、表層に大量の炭酸カルシウムが集積している。

北チベットの東部では、湿度が高く寒いので、土壌中に腐植質が蓄積し、また、凍結、融解を繰り返しているために、特徴ある土壌が形成されている。表層は淡灰褐色であり、有機質の分解と腐植化は弱い。半年以上は氷の下になり、強い活性を持つ腐植酸の影響で、土壌断面には暗色層が見られる。表層にはナトリウム、マグネシウム、マンガン、ケイ素が集積し、逆に、カルシウム、リン、鉄、カリウムが溶脱し、高山草原特有の土壌を作りあげている。

チベット高原の寒く乾燥したところでは、腐植質の蓄積とカルシウム集積が起こっている。しかし、腐植質の蓄積が少ないところでは、腐植質層の色は淡灰褐色となっている。季節的に溶脱が起こるので、炭酸カルシウムは土壌断面の中間に集積

している。

チベット高原の中央部は、寒く乾燥しており、土壤中で凍結と融解を頻繁に繰り返している。表層は、腐植質の蓄積が弱く、淡褐色を呈している。炭酸カルシウムの溶脱は弱いので、表層に集積しているが、可溶性の成分は大量に溶脱している。高山性の砂漠草原土となっている。

チベット高原の北西部は、寒く乾燥しているために、腐植質の蓄積が非常に弱い。表層には炭酸カルシウムや各種ミネラルが集積している。土壌表面には小さい穴があいており、そのすぐ下に炭酸カルシウムが蓄積している。土壌の下層は長期間凍結したままであり、高山性砂漠土となっている。

## 6. 引用文献

- 1) 西藏自治区統計局編 (1992): 『西藏社会経済統計年鑑 1992』. 中国統計出版社、北京.
- 2) 中国科学院植物研究所編 (1988): 『西藏植被』. 科学出版社、北京
- 3) 任美鏞 編 (1982): 『中国自然地理綱要』. 商務印書館、北京 (阿部治平・駒井正一訳 (1986): 『中国の自然地理』. 東京大学出版会).
- 4) 地図出版社編 (1984): 『中華人民共和国地図集』. 地図出版社、北京

### 第3章 チベット自治区の農業の現状と問題点

帯広畜産大学 本江昭夫

#### 1. はじめに

チベット高原では、他では見られない独自の農業が営まれている。平坦な畑地ではコムギやオオムギが栽培されており、傾斜地の草地ではヤクが放牧されている。この高原に住むチベット族の人々はオオムギを主食としており、ヤクを家畜化して利用している。このような農業システムは、モンゴルを除くと、他では見られないものである。

そこで、この章では、フィールドで観察したことと統計資料を活用して、チベット自治区の農業の特色と、将来について述べることにする。

#### 2. チベット自治区の人口

##### 2-1. チベット自治区における総人口の推移

1999年のチベット自治区の総人口は255万5100人である。中国解放軍が拉薩を制圧した1959年の人口は121万7100人であったので、この40年間でほぼ2倍に増加したことになる(図1)。人口増加率は、1960年代は2.0%、1970年代は2.3%と増加したが、1980年代は1.8%、1990年代は1.1%と減少してきている。

人口増加に伴い、家族数も同様に増加している。1959年の家族数は24万戸であったが、1999年は47万戸と、ほぼ2倍に増加している。

人口密度も、1960年の1.0名/㎢から1999年の2.0名/㎢までほぼ2倍に増加している。

##### 2-2. チベット自治区7行政区における総人口の推移

1999年の7行政区の総人口を比較すると、日喀則地区が63万人と最高であり、次いで、昌都地区が56万人を占めている(表1)。ここ10年間の人口増加率は、昌都地区で13.0%、拉薩市で11.6%と高く、他の地区では4.4~7.9%である。

##### 2-3. チベット自治区における少数民族

チベット族は中国の中では少数民族として扱われている。1990年の調査による

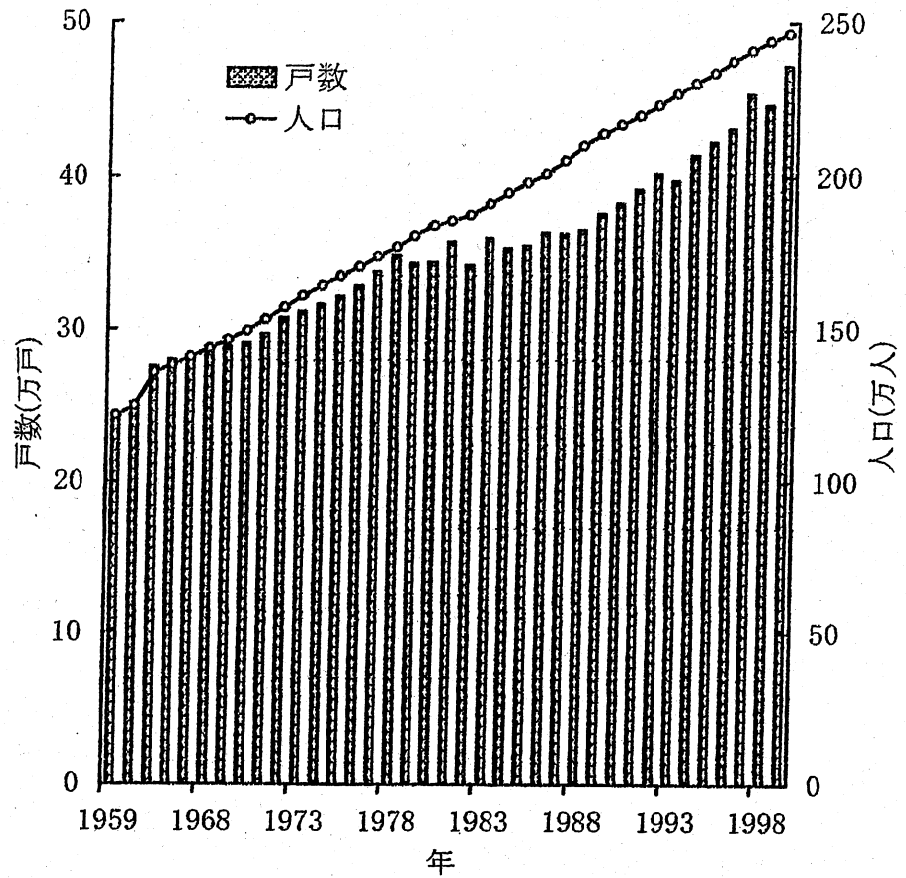


図 1 チベット自治区における戸数と人口の 1959～1999 年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

表 1 チベット自治区の7地区の人口(万人)

地 区	1985	1990	1995	1997	1998	1999
拉薩市	32.39	35.66	38.33	39.28	39.62	39.79
(拉薩市)						(13.83)
昌都地区	46.39	49.72	53.06	54.46	55.12	55.70
山南地区	26.10	28.30	30.28	31.15	31.39	31.60
日喀則地区	49.98	55.38	59.96	61.77	62.38	62.97
(日喀則市)						(9.13)
那曲地区	26.58	29.95	33.03	34.49	35.04	35.65
阿里地区	5.41	6.13	6.85	7.16	7.22	7.30
林芝地区	12.63	12.91	14.04	14.43	14.62	14.71
総 計	199.48	218.05	235.55	242.74	245.39	247.72

出典: 西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』



と、中国国内に生活している少数民族の中で、人口の多いものから順にあげると、壮族(1.4%)、満族(0.9%)、回族(0.8%)、苗族(0.6%)、ウイグル族(0.6%)、彝(Yi)族(0.6%)、土家族(0.5%)、蒙古族(0.4%)、チベット族(0.4%)となる。これら9民族の人口を合計しても、中国全体の6.2%を占めているにすぎない。

ところが、チベット自治区には、1999年、チベット族は239万人(チベット自治区全体の96.4%)、漢族は7万人(2.8%)、これ以外の民族は約2万人(0.8%)居住している(図2)。中国国内に居住しているチベット族の合計数は459万人であり、チベット族の総数の54%がチベット自治区内に生活していることになる。チベット族と漢族を含め、チベット自治区内に居住している19民族を表2に示してある。

#### 2-4. チベット自治区における農村人口の推移

一般に、中国では農村人口が総人口の8割を占めている、と言われている。チベット自治区では、1999年の農村人口は187万人で、全体の73.0%を占めている(図3)。1990年の農村人口は185万人であり、ここ10年間はほとんど変化していない。ところが、都市人口は、1990年の36万人(全体の16.4%)から1999年の69万人(27.0%)まで急増している。ここ10年間のチベット人社会の変貌ぶりがうかがえる。

1996年のチベット自治区の農家戸数は36万戸であり、1戸あたりの家族数は5.82人である。この数字は、すべての省区と比較して、中国で第一位である。中国全体ではここ10年ほどの間に、農村でも「核家族」化が進行しており、1996年の1戸あたりの家族数は3.92人である。チベット自治区に次いで1戸あたりの家族数の多いのは、青海省の5.03人、新疆ウイグル自治区の4.76人である。これら3省区はいずれも西南部にあり、少数民族の多い遊牧の地域である。政策上の理由があるのかもしれないが、1戸あたりの家族数が遊牧民の地域で多いことについて、その理由は明らかではない。

### 3. チベット自治区の行政区分と郷村制度

#### 3-1. 中国の地域区分とチベット

中国は960万km<sup>2</sup>の国土を持っている大国である。これは日本の国土の25倍に相当する広さである。このように広い国土の農業を論じる時に、普通、いくつかの地

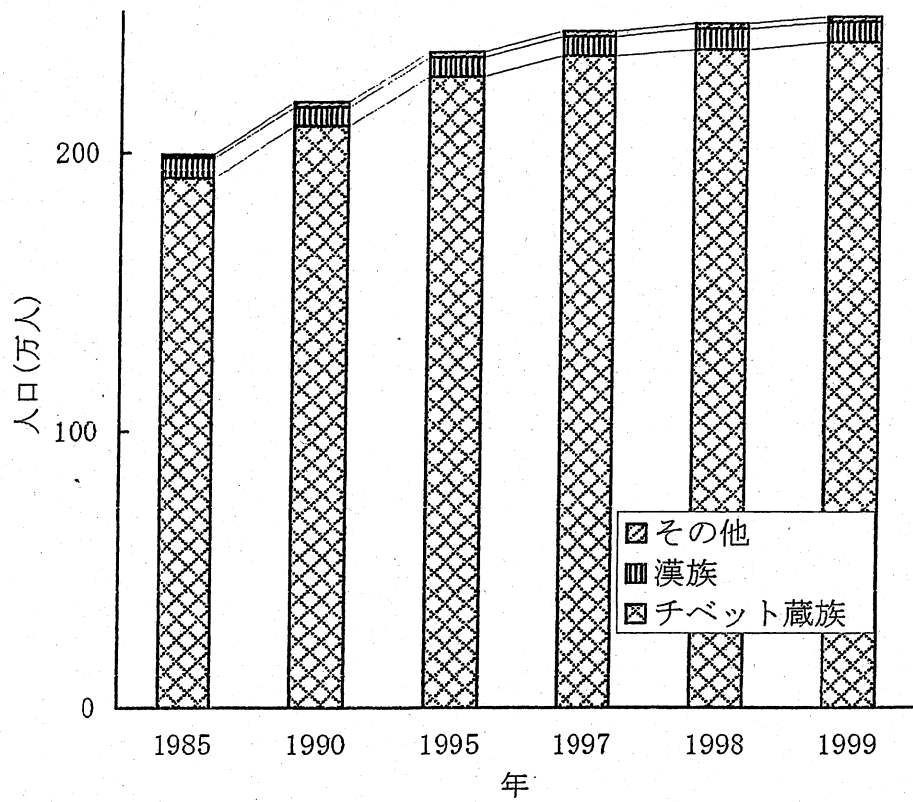


図 2 チベット自治区におけるチベット族、漢族、その他の少数民族の 1985～1999 年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

表 2 チベット自治区における民族ごとの人口の推移

民族	1985	1990	1995	1997	1998	1999
総人口	1994808	2180520	2355540	2427357	2453869	2477195
藏族 Tibetan	1909693	2095561	2268749	2339796	2361319	2388009
漢族 Han	70932	67407	67772	69205	73841	70145
回族 Hui	1529	2269	2357	1933	1848	2098
珞巴族 Lhoba	2036	2325	2690	2699	3064	2796
門巴族 Monba	6445	7463	8084	8204	8327	8420
納西族 Naxi	871	1260	1092	1087	1075	1084
蒙古 Mongolian	72	79	118	96	47	83
怒族 Nu	227	378	394	258	275	292
壯族 Zhuang	31	50	31	45	44	48
独龍族 Derung	80	32	21	40	34	35
傈僳族 Lisu	62	15	23	75	109	42
土族 Tu	90	116	150	158	165	162
滿族 Man	81	168	171	186	191	190
白族 Bai	36	173	61	91	67	114
布依族 Bouyei	12	7	5	13	10	13
維吾爾族 Uygur	6	10	4	8	4	4
苗族 Miao	42	70	82	87	95	117
彝族 Yi	21	36	35	37	42	46
夏爾巴人 Xiaerba	1403	1819	2131	1836	1848	2060
登人 Deng	1097	1248	1494	1432	1407	1397
その他	42	34	76	71	57	40

出典: 西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』

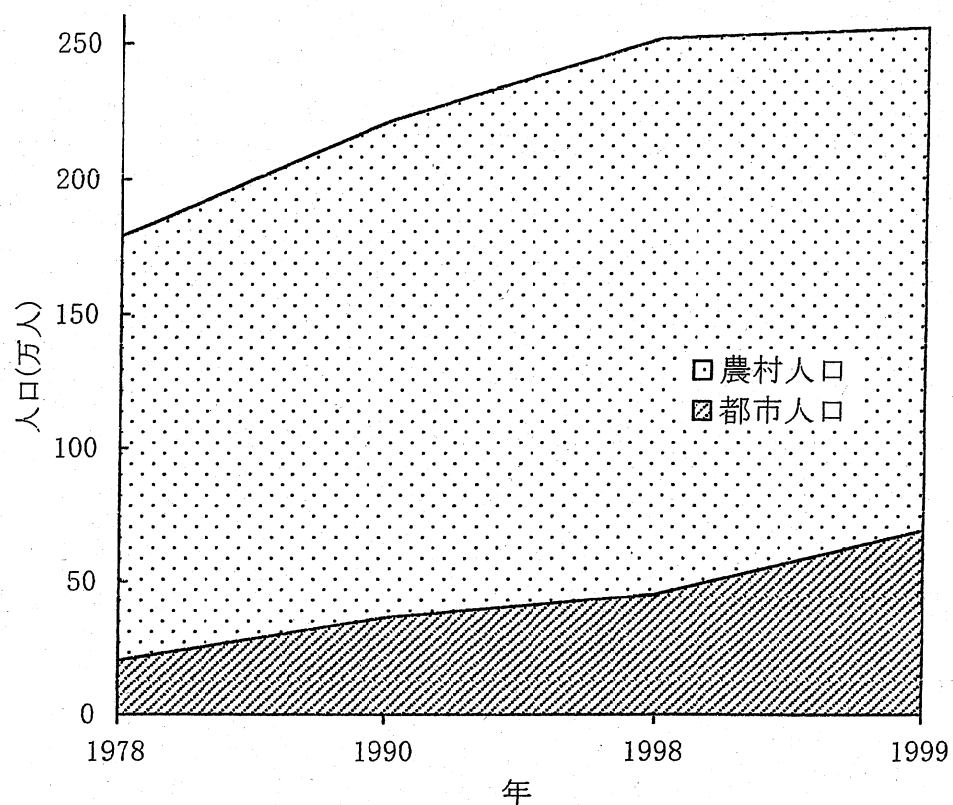


図 3 チベット自治区における都市人口と農村人口の1978～1999年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

域区分を行って、分析説明することが多い。まず、揚子江(長江)をほぼ境界として、北方と南方の2区分する方法があり、その場合は、チベット自治区は南方地区に含まれる。また、経済の発展状況と立地を勘案して、東部、中部、西部の3地域に区分する方法では、チベット自治区は西部地域に含まれる。さらに、経済の特徴を考慮して、中国で古くから使われている方法として、以下のように6区分することがある。

〔東北〕 遼寧、吉林、黒竜江

〔華北〕 北京、天津、河北、山西、内蒙古

〔華東〕 上海、江蘇、浙江、安徽、福建、江西、山東

〔中南〕 河南、湖北、湖南、広東、広西、海南

〔西南〕 四川、貴州、雲南、チベット

〔西北〕 陝西、甘肅、青海、寧夏、新疆

この方法によれば、チベット自治区は西南地区に分類される。省区の分布図は図4に示してある。

このような地域区分とは別に、チベット自治区は、土地面積の94.5%が標高3000m以上、86.1%が標高4000m以上にあるという、他では例を見ない特徴を持っている(図5)。中国全土で標高3000m以上の土地は313万km<sup>2</sup>あり、そのうちの33%がチベット自治区にあることになる。このような高地という環境条件下で、チベット高原では、他には見られない独自の農業を古くから発展させ、特徴ある文明を築きあげてきたわけである。

### 3-2. 中国の行政区分

中国では、地方行政区分は、国→省級→地区級→県級→郷級→村級の6段階となっている。「級」という字がつけてあるのは、ランクを表すと同時に、同じランクに名称の異なった行政区画が複数存在しているためである。

- |      |                     |
|------|---------------------|
| ①省級  | 省、自治区、市             |
| ②地区級 | 地区、市、自治州、盟          |
| ③県級  | 県、自治県、市、旗、自治旗、特区、林区 |
| ④郷級  | 郷、鎮                 |
| ⑤村   | 村                   |

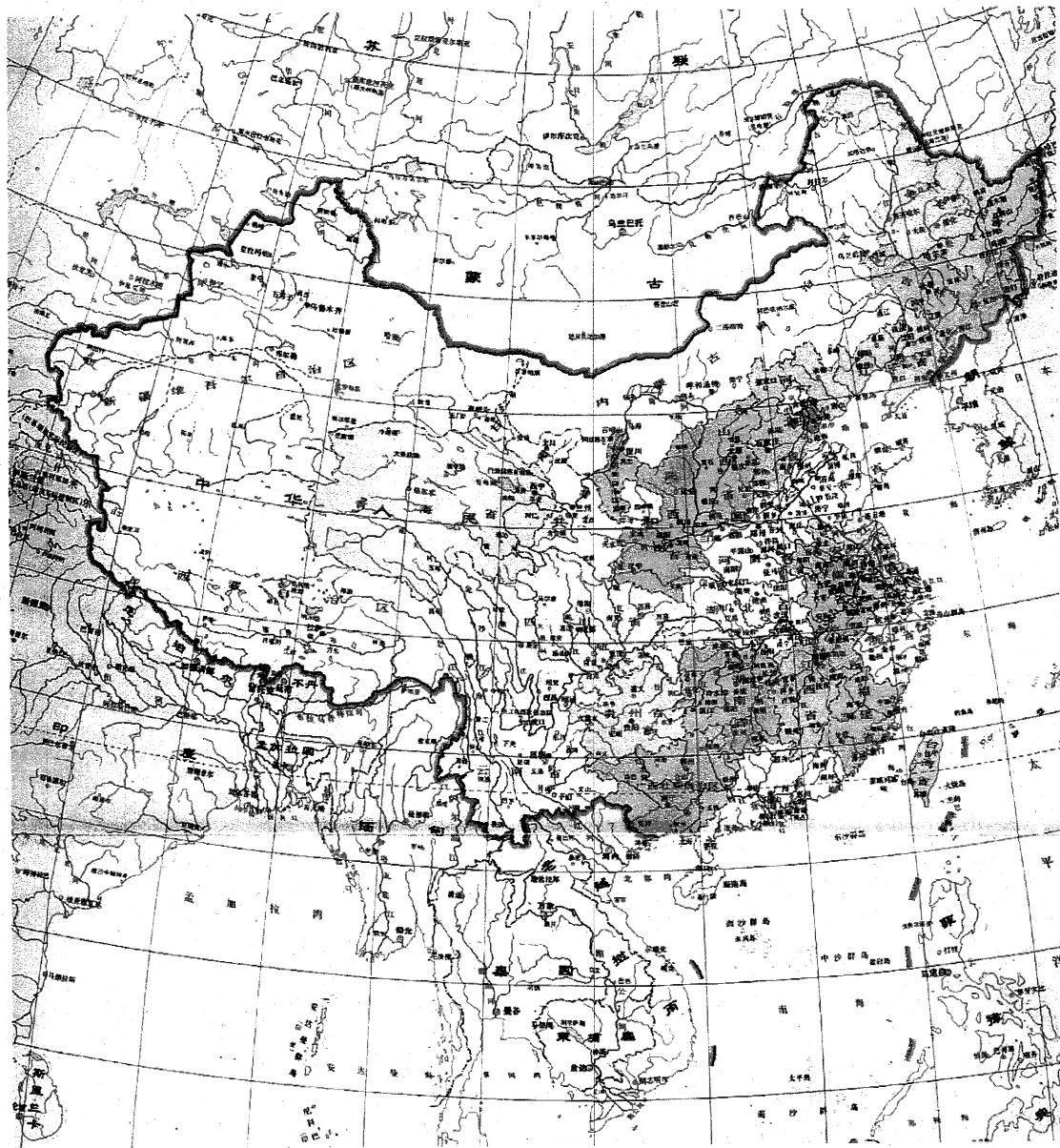


图 4 中国の 27 省区の分布图

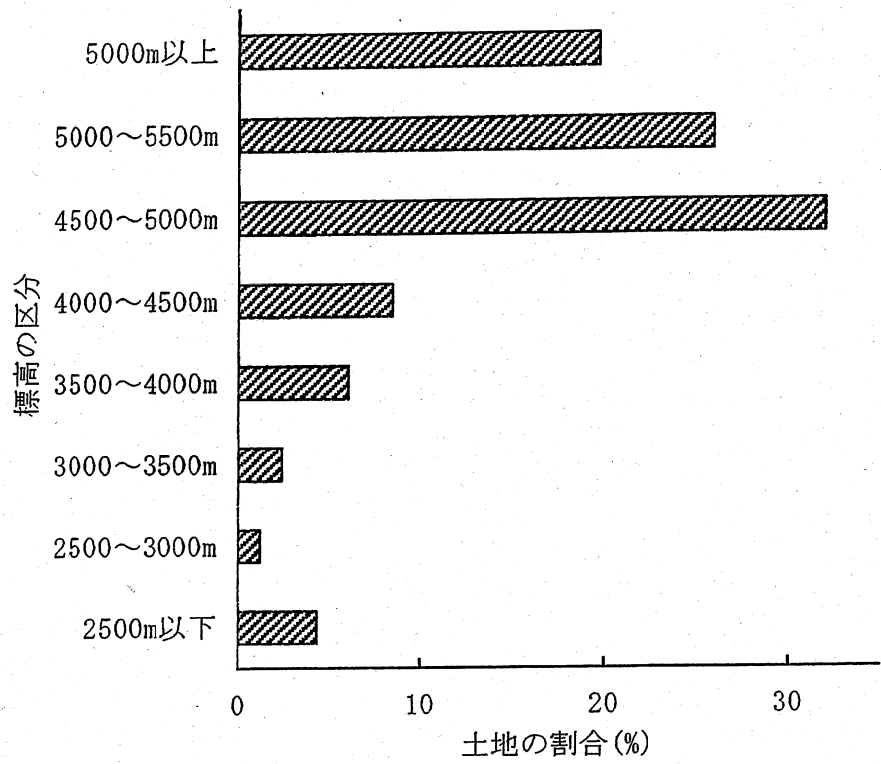


図 5 チベット自治区における標高別の土地面積の割合.  
 (西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑  
 1992』)

中国では、「国家」または「国」という概念が日本人の常識とは異なっている。地方へ出かけて行って、そこで説明を受ける場合、農民が言う「国家」または「国」が、中央政府なのか、①省政府なのか、②地区の行政府なのか、③県政府なのか、わからなくなることがしばしばある(白石、1997)。フィールドで調査する場合、この点に十分注意する必要がある。

### 3-3. チベット自治区の7行政区

チベット自治区は、行政区分として、6地区と1市に分けられている。中央に位置する拉薩市(Lhasa)と、東部の昌都地区(Chamdo)、東南部の林芝地区(Nyingtri)、南部の山南地区(Lhoka)と日喀則地区(Shigatse)、北部の那曲地区(Nakchu)、さらに、西部の阿里地区(Ngari)である(図6)。

チベット自治区には、1999年現在、②に相当する6地区と1市、④に相当する623郷と97鎮、⑤に相当する6406村がある(表3)。人民政府が解体した1982年には2063個の郷鎮があったので、21年間で1/3にまで減少したことになる。

7行政区で比較すると、郷鎮のもっとも多いのは日喀則地区で、203個あり、次いで、昌都地区の142個、那曲地区の147個である。チベット自治区におけるすべての県を、地域の特徴により区分し、表4に示してある。

### 3-4. チベット自治区の郷村制度

改革開放政策の一環として農村経済体制の改革が1978年の年末から開始され、その結果、1958年から実施されていた人民公社制度は、1982年には廃止された。その後は、郷村制度が復活し現在に至っている。

人民公社制度は、公社→生産大隊→生産隊という階層で形成されていたが、現在の郷村制度は、郷または鎮→村民委員会→村民小組という階層が形成されている。人民公社制度から郷村制度への移行は以下のようにになっている。( )内は1999年の数字である。

人民公社	→	郷鎮政府	(720個)
生産大隊	→	村民委員会	(6406個)
生産隊	→	村民小組	
農家戸数	→	農家戸数	(37万戸)



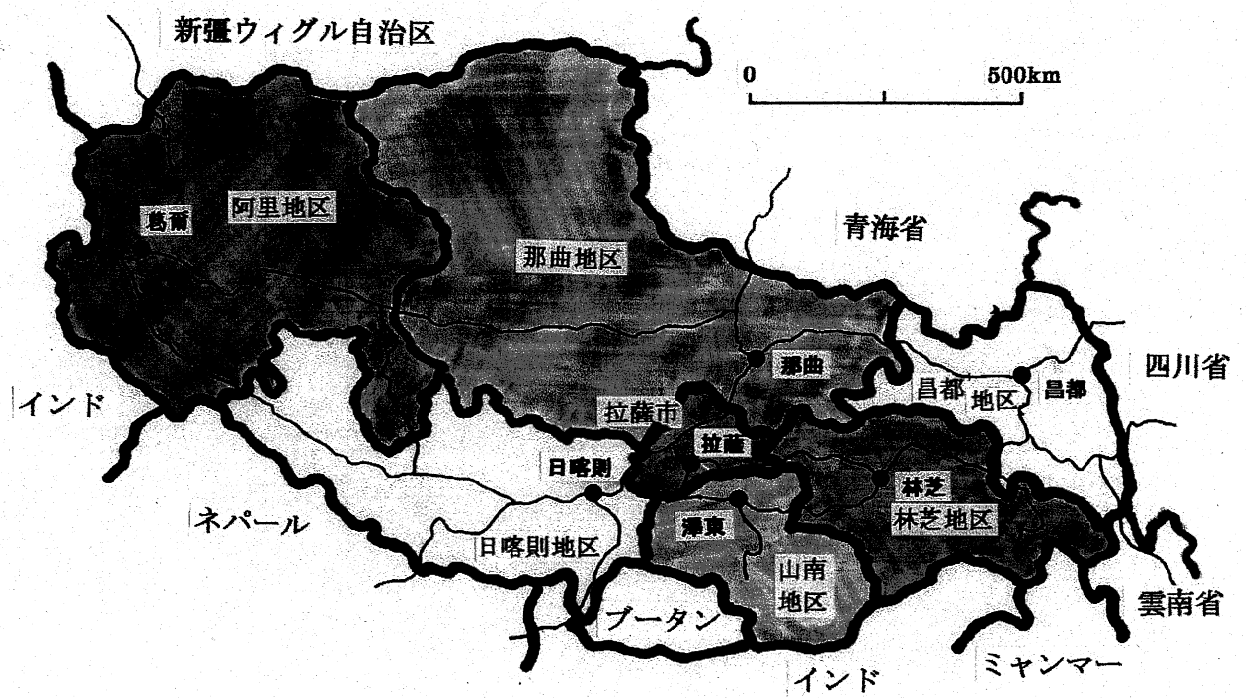


図 6 チベット自治区の7行政区(1市6地区)の分布図

表 3 チベット自治区の郷鎮数と農民数

地区	Region	市 轄区	県 級市	郷	鎮	村民 委員会	農家戸 数(万戸)	農民数 (万人)	
拉薩市	Lhasa	1	7	48	9	324	4.64	25.55	
昌都地区	Chamdo		11	118	24	1315	8.09	54.15	
山南地区	Lhoka		12	56	24	592	6.00	28.13	
日喀則地区	Shigatse	1	17	174	29	1711	9.31	56.95	
那曲地区	Nakchu		10	145	2	1527	5.74	32.66	
阿里地区	Ngari		7	29	7	232	1.30	6.37	
林芝地区	Nyingtri		7	53	2	705	2.03	11.05	
総計		1	1	71	623	97	6406	37.11	214.85

出典：西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』

表 4 チベット自治区の県・市・区の区分

分類	数	県・市・区の名称
辺境 県	21	墨脱県 Metok 米林県 Miling 察隅県 Zayul 朗県 Namshan 洛黎県 Lhodak 隆子県 Lhuntse 錯那県 Tsona 浪卡子県 Nakartse 定日県 Tingri 康馬県 Khangmar 定結県 Tingkye 仲巴県 Dengpa 亜東県 Yatung 吉隆県 Kyirong 聶拉木 Nyalam 薩嘎県 Saga 崗巴県 Gampa 普蘭県 Purang 札達県 Tsada 葛爾県 Gar 日土県 Rutok
農業 県	35	城関区 City-Propor 墨竹工卡県 Medro Gongkar 達孜県 Taktse 堆龍德慶県 Tolun Techen 曲水県 Chushur 尼木県 Nyemo 墨脱県 Metok 米林県 Miling 林芝県 Nyingri 波密県 Pome 察隅県 Zayul 朗県 Namshan 芒康県 Markham 左貢県 Zogong 洛隆県 Lhorong 辺壩県 Palpar 乃東県 Nedong 札囊県 Dannang 貢嘎県 Gonggar 桑日県 Sangri 瓊結県 Chong-Gye 洛黎県 Lhodak 加查県 Gyatsa 隆子県 Lhuntse 日喀則市 Shigatse 南木林県 Namling 江孜県 Gyantse 定日県 Tingri 薩迦県 Sakya 拉孜県 Lhatse 白朗県 Panam 仁布県 Rinpung 定結県 Tingkye 吉隆県 Kyirong 聶拉木 Nyalam
牧業 県	24	当雄県 Damshung 仲巴県 Dengpa 薩迦県 Sakya 那曲県 Nakchu 嘉黎県 Chali 聶栄県 Nyerong 安多県 Amdo 申紮県 Shantsa 班戈県 Palgon 巴青県 Bachen 尼瑪県 Nim 皮吉県 Gakyi 改則県 Gertse 措勤県 Tsochen
半農 半牧 県	18	林周県 Lhundup 工布江達県 Kongpo Gyamda 昌都県 Chamdo 江達県 Gyamda 貢覺県 Gongjo 類烏齊県 Rioche 丁青県 Tengchen 察雅県 Dayak 八宿県 Paksho 曲松県 Chosum 措美県 Tsome 錯那県 Tsona 浪卡子県 Nakartse 昂仁県 Ngamring 謝通門県 Tongmon 康馬県 Khangmar 亜東県 Yatung 崗巴県 Gampa 比如県 Dirl 索県 Sokshan 普蘭県 Purang 通札達県 Tsada 葛爾県 Gar 日土県 Rutok
一江 兩河 開發 県	18	城関区 City 墨竹工卡県 Medro Gongkar 堆龍德慶県 Tolun Techeng 曲水県 Chushur 尼木県 Nyemo 林周県 Lhundup 乃東県 Nedong 札囊県 Danang 貢嘎県 Gonggar 桑日県 Sangri 瓊結県 Chong-Gye 日喀則市 Shigatse 南木林県 Namling 江孜県 Gyantse 白朗県 Panam 拉孜県 Lhatse 謝通門県 Thongmon
食糧 基地 県	11	堆龍德慶県 Tolun Techeng 林周県 Lhundup 波密県 Pome 芒康県 Markham 乃東県 Nedong 札囊県 Danang 貢嘎県 Gonggar 江孜県 Gyantse 白朗県 Panam 日喀則市 Shigatse 拉孜県 Lhatse

出典: 西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』

農民数 → 農民数 (215 万人)

農民労働力 → 農民労働力 (101 万人)

郷と鎮は明確に区分されている。法令的には、県以上の国家機関の所在地であること、非農業人口が一定の数以上居住していることが、郷から鎮への昇格要件として定められている。ただし、この法令は、無視されている地方も多いようである。農民の多くは、郷よりも鎮のほうが現代的であると感じているようで、郷から鎮への昇格を希望しているところが多いと言われている(白石、1997)。

人民公社の解体は、1978年12月に開催された中国共産党第11期3中全会で決定された「農村経済体制改革」の実施によるものである。この政策の推進によって、人民公社体制は、政治(行政)と経済(農業)を分離する体制へと移行していった。その結果、中国の現在の農業生産体制は、個別農家を主体とする生産体制となっている。この「農村経済体制改革」の中で実施されたのは、個別の農家を引き受け手とする「農業生産請負制」、あるいは「農業生産責任制」である。しかし、中国の場合は、農地の所有権は「人民公社」の経済部門の後身である「集団経済合作組織」に所属している。個別の農家は、この「集団経済合作組織」と農地経営の請負契約を結ぶことで、農地の使用権をもっているに過ぎない。つまり、農地の所有に関しては、公有制、つまり、集団所有制を依然として維持しているのである。

人民公社体制から「農業生産責任制」へ移行して、プラスの面も多かったが、当初からいろいろな問題点が指摘されており、その解決の道は今だに見つかっていない。

#### 4. チベット自治区の農業、林業、畜産業、漁業

##### 4-1. 総生産額

チベット自治区では、1999年の時点で、45億7700万元(641億円)の総生産を達成している(表5)。そのうち、農業生産が54.0%、畜産生産が43.9%を占め、両者で総生産の97.9%を占めている。林業と漁業の総生産はわずか2.1%を占めるにすぎない。人民公社解体前の1978年では、農業生産が39.80%、畜産生産が59.9%を占めていたので、ここ20年の間に両者の関係は逆転し、農業生産の占める割合が15%も増加したことになる。普通、チベット高原というと、ヤクとヒツジの遊牧だけがおこなわれている、とイメージされることが多く、また、そのようにマス

表 5 1999 年の農林牧業の総生産(億元)

農林牧業の総生産 45.77 (100%)					
農業総生産	24.72	(54.0%)	牧業総生産	20.11	(43.9%)
穀物生産	17.42	(38.1%)	大家畜	7.57	(16.5%)
他の作物	4.83	(10.6%)	豚	1.04	(2.3%)
野生植物採取	1.37	(3.0%)	羊	5.97	(13.0%)
家庭工業	1.11	(2.3%)	家禽	0.12	(0.3%)
林業総生産	0.92	(2.0%)	生体販売	5.30	(11.6%)
漁業総生産	0.02	(0.1%)	その他	0.12	(0.2%)

出典: 西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』

コミは報道することが多いようである。しかし、これらの結果が示していることは、ムギ栽培を中核とした作物栽培が重要性を増していることである。

#### 4.2. 畜産率

中国では、農林畜漁業の総生産額に占めるそれぞれの業種の割合を用いて、地域の特徴を比較することがある。農林畜漁業の総生産額にしめる畜産業の総額を畜産率と言っており、1995年の中国全体の畜産率は29.7%である。省別に見ると、1995年の畜産率の第一位は青海省で50.0%、第二位はチベット自治区で48.4%、第三位は上海市で44.7%、第四位は北京市で41.8%、第五位は四川省で36.7%となっている。牧畜の盛んな内蒙古自治区で34.0%、新疆ウイグル自治区で19.8%である。青海省とチベット自治区はともにチベット高原にあり、ウシとヒツジの遊牧が畜産生産の主体となっており、これが他の地域の農業では見られない特徴となっている。

上海市、北京市、四川省の畜産率の高さはブタの飼育である。上海市と北京市は大都市の旺盛な食肉需要に答えるために、郊外で養豚業が盛んに行われている。また、四川省は古くから養豚業が盛んなところとして知られており、1995年の中国全体のブタの総頭数4億4200万頭のうち15.9%にあたる7090万頭が四川省で飼育されている。中国では経済成長に伴い、所得水準が向上し、食肉の需要が非常に高まっている。特に、豚肉への需要が高い。この豚肉生産の増大を支えているのが国内でのトウモロコシ生産である。しかし、トウモロコシ生産の不安定さと価格の上下がいろいろな歪を生み出していると言われており、中央政府はウシ、ヒツジ、ニワトリの生産と消費を促す政策を取っている。実際、食肉消費量に占める豚肉の割合は低下しており、1979年の94.3%から1995年には71.2%まで低下している。この豚肉ばなれには、消費者の健康志向も関係していると言われており、いずれにしても、牛肉や羊肉の消費拡大は継続するはずであり、この傾向は、当然、チベット自治区における食肉生産にも影響を与えるであろうし、また、将来の経済的発展にもつながる可能性がある。

#### 4.3. 食糧生産の推移

チベット自治区における主要な農産物である、穀物、肉類、その他(油料作物が主体)の総生産量の推移を図7に示してある。3品目とも年と共に総生産量は増加

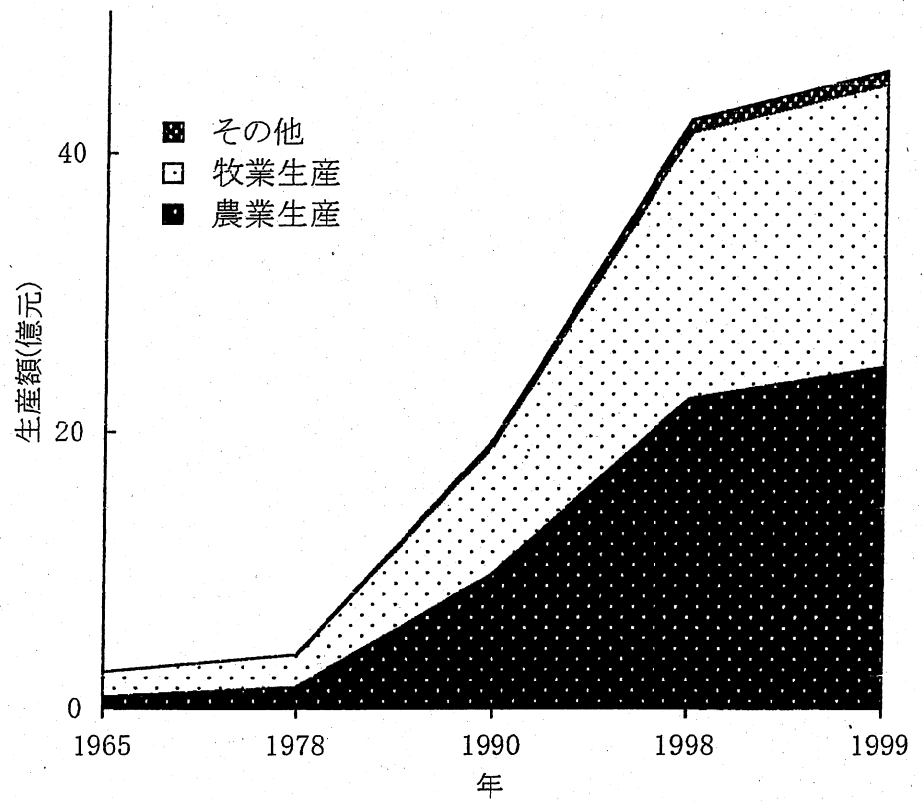


図 7 チベット自治区における農業と牧業の総生産の1965～1999年の推移。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

しており、1999年には、穀物は92万トン、肉類は15万トン、油料作物は4万トンの総生産量をあげている。1999年の総生産量を1990年と比較すると、それぞれ1.5倍、1.7倍、2.4倍となっており、特に、油料作物の増加ぶりが目立っている。換金作物を重視する現在の中国の状況が、チベット自治区においても見られるためである。

なお、中国では油料作物として、ラッカセイ、ナタネ、種ゴマ、ヒマワリ、油用アマが栽培されている。1995年の生産量は2250万トンであり、その内訳は、ラッカセイが45.5%、ナタネが43.4%、ヒマワリが5.6%、その他が5.5%である。ダイズからも油が採取されているが、中国ではダイズは食糧作物として扱い、油料作物には含めないのが慣例である。チベット自治区では油料作物としてナタネのみが栽培されている。

#### 4.4. チベット族の主食

チベット族の主食はツァンバ（麦コガシ）である。農村へ行くと、テントの近くに作ったかまどの前で、女性たちが忙しそうに大麦をいっている光景に出くわすことがある。大きな鉄鍋にきれいな砂を入れてよく熟し、そこにオオムギを入れてよくかきまぜる。パチパチと音を立てて、オオムギがはじけ、花が咲いたように白い中身が飛び出してくる。そこで、鍋を下ろして、浅い箱に砂ごと移しかえる。箱の底には目のこまかい金網が張っており、砂は下の箱へ落ちてオオムギだけが網の上に残る。これを冷まして、石臼で引くと、細粉状のツァンバができる。鍋に入れている時に、オオムギを焦がさないことが大事な点である。

チベット族の人は、このザンバを大きめの木椀に山盛りに取り、そこに粉チーズをいれてまぜ（入れないこともある）、さらに、バターとお茶をいれてしっかり練って1くち大の塊を作り、それを口にいれる（図8～10）。固めの団子を食べた時の食感である。ツァンバの粉をこぼさないように、木椀を回しながら五本の指でしっかり練るには相当な熟練を必要とする。最初は、1口大の塊がなかなか作れず、小さい塊を粉ごと食べるはめになる。そこで、お茶を多めに入れてもらおうと、今度は、指にべっとり付いてしまい、塊にならなくなってしまう。

#### 4.5. 農民1人あたりの食糧生産量



図 8

農民の昼食。道端でツアンパを食べているところ。ツアンパはチベット人の主食である。ムギコガシの粉にバターとお茶を入れて、固く練り、団子状にして食べる。

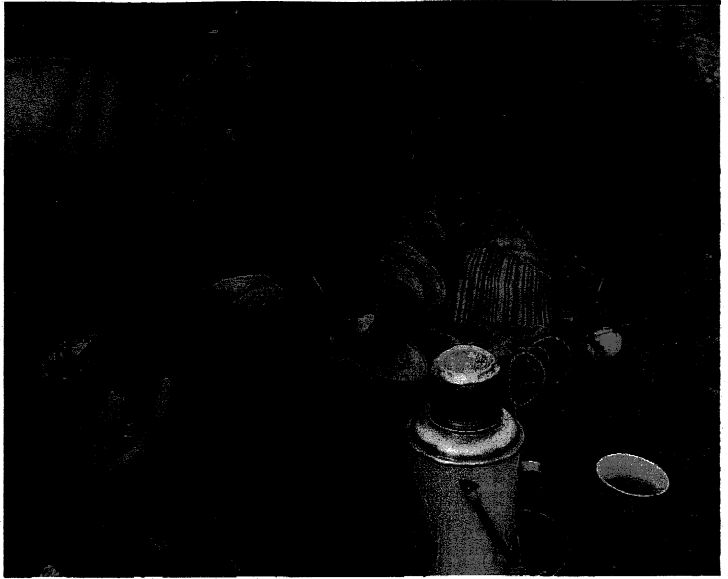
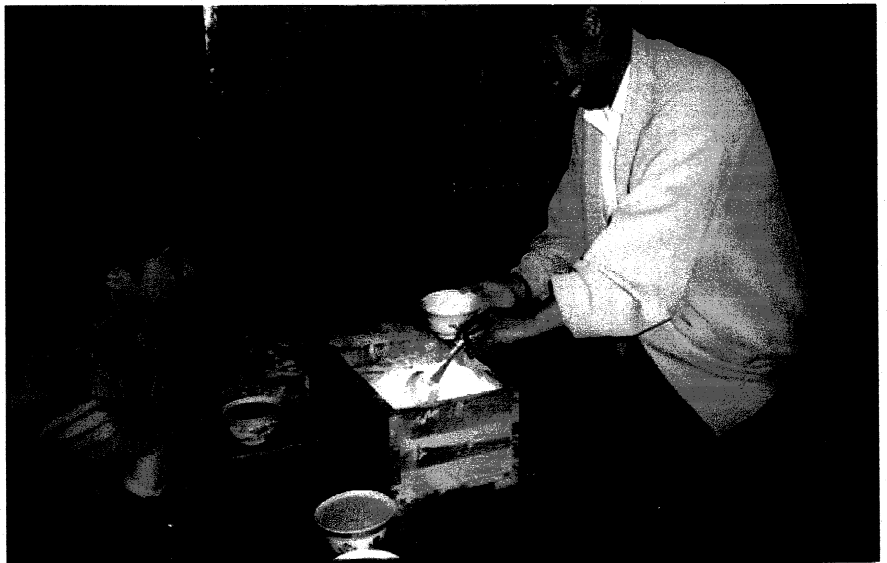


図 9

ツアンパの材料。袋に入れたムギコガシの粉、白い容器のバター、揚げパン、お茶の入ったポット。

図 10

家庭でツアンパを作っているところ。



チベット自治区では、人口が停滞しているわりに食糧生産は増加しており、農民 1 人あたりの食糧生産量は年ごとに増加している(図 11)。1999 年の農民 1 人あたりの年間生産量は、穀物が 429kg、油料作物が 19.2kg、牛肉が 38.6kg、羊肉が 26.4kg、ミルクが 97.2kg、合計で 611kg である。中国では、1 人あたりの食糧保有量の目標を 400kg としているのので、チベット自治区では穀物も動物タンパク質も十分な量を生産していると判断される。

#### 4.6. 7 行政区の総生産額

総生産額を 7 行政区で比較すると、日喀則地区が最高で 13 億 1400 万元、次いで、昌都地区が 11 億 5300 万元、拉薩市 7 億 1900 万元、那曲地区 5 億 6200 万元、山南地区 5 億 2700 万元、林芝地区 3 億 2800 万元となっており、阿里地区が最低で 1 億 7000 万元である(図 12)。日喀則地区、拉薩市、山南地区では総生産額にしめる農業生産の割合が 58~67%を占め、農業が主体の地域である。一方、那曲地区では総生産額にしめる農業生産の割合は 29%にすぎず、また、阿里地区ではさらに低く、10%にすぎず、牧畜が主体の地域である。昌都地区はこれらの中に位置しており、総生産額にしめる農業生産の割合はちょうど 50%であり、農業と牧畜業が同じ比重を持っている地域である。

### 5. 経済全体に占める第一次産業の地位

#### 5.1. 第一次産業の地位

国内総生産額は年ごとに増加し、1999 年は 106 億元(1484 億円)に達している。この国内総生産に占める第一次産業のシェアは、1978 年の 50.7%から次第に減少し、1999 年は 32.4%まで落ちこんでいる(図 13)。ここ 10 年間の増加割合を見ると、第一次産業は 2.4 倍増加したにすぎないが、第二次産業が 6.7 倍、第三次産業が 4.7 倍と増加し、すざましい経済成長をとげているのがわかる。この傾向は、中国全体についても言えることであり、ここ 10 年間の増加割合を見ると、第一次産業は 2.7 倍増加したにすぎないが、第二次産業は 4.5 倍、第三次産業は 3.7 倍と、改革開放政策が確実に経済を発展させている。

国内総生産に占める第一産業のシェアが確実に減少していることは、別の見方をすると、農村が「非農業化」あるいは「非農村化」していることであり、今後の進

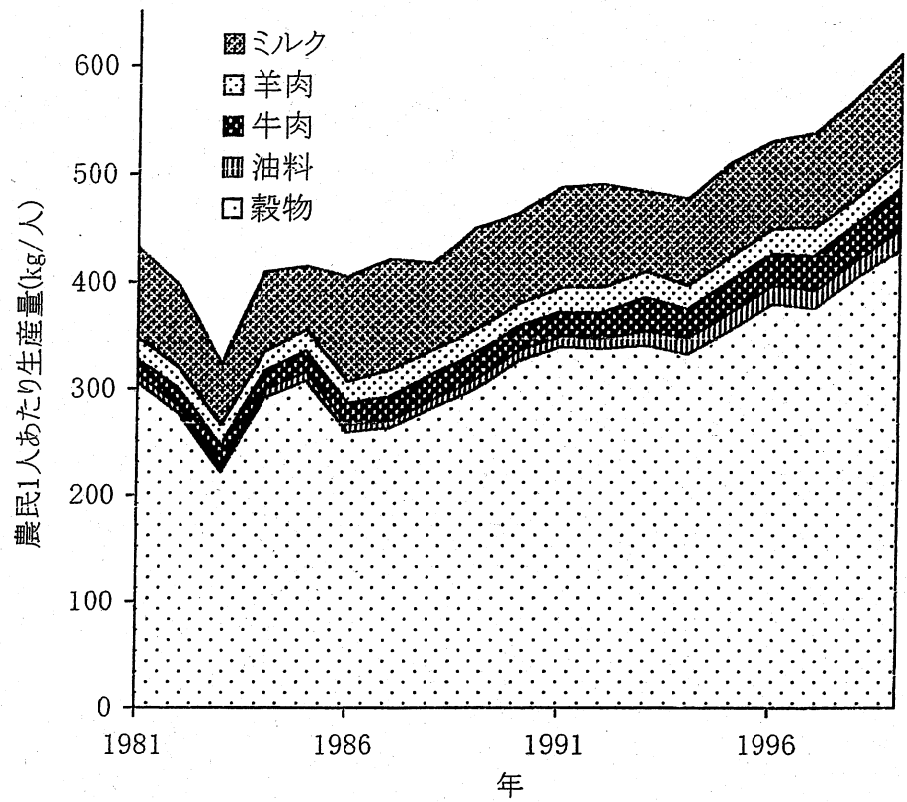


図 11 チベット自治区における作物、食肉、ミルクの農民1人あたりの生産量の1981～1999年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

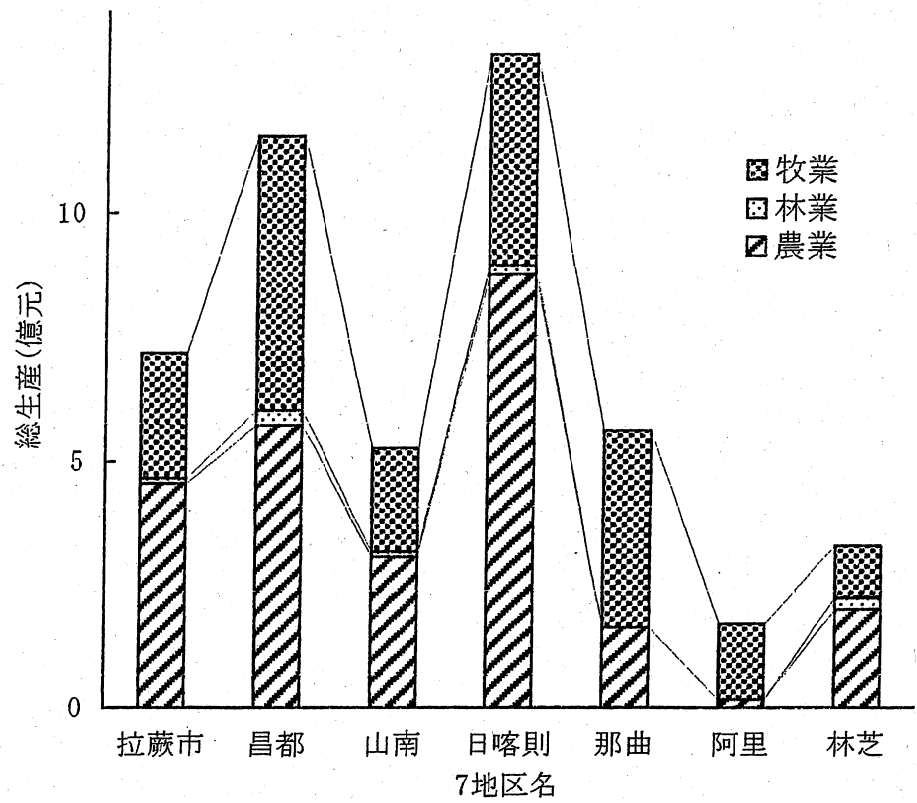


図 12 チベット自治区 7 地区における農業、林業、牧業の 1999 年の総生産。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

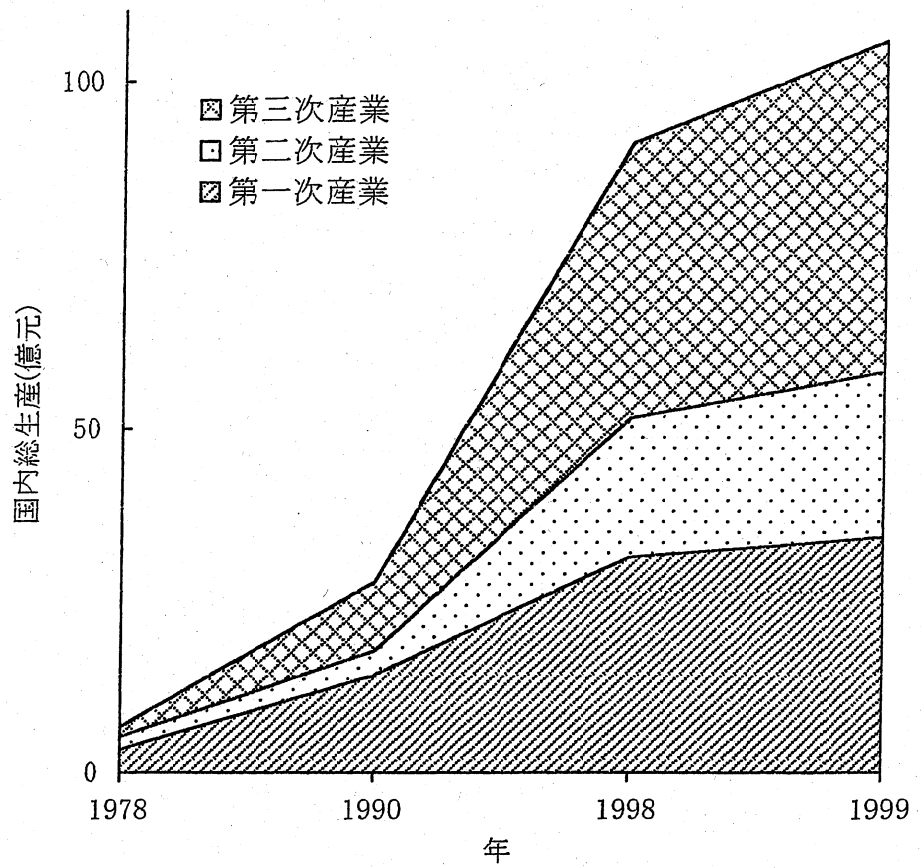


図 13 チベット自治区における第一次、第二次、第三次産業の国内総生産の1978～1999年の推移。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

展度合いを注意深く見る必要がある。

チベット自治区では、第一、第二、第三次産業のそれぞれの分野で就業人口は年ごとに増加している。しかし、中国全体では、第一次産業の就業人口は 1991 年をピークにして、1992 年以降は減少に転じており、その全農村労働力に占めるシェアも、1983 年以降は減少し続けている。

## 5.2. 7 行政区における第一次産業の地位

1999 年の国民総生産を 7 行政区で比較すると、拉薩市が最大で、33 億元(34.4%)、次いで、日喀則地区が 20 億元 (20.5%)である(図 14)。これら 2 つの地区は古くから栄えた町であり、人口も多い。拉薩市では第三次産業が 20 億元を占め、チベット自治区全体の国民総生産の 20.7%を占めている。ここは自治区の首都であり、政治、経済の中核を占めているためである。

## 5.3. 7 行政区における第一次産業の就業人口

チベット自治区では、1999 年の第一次産業の就業人口は 92 万人、第二次産業には 6 万人、第三次産業には 25 万人就業している(図 15)。全体数に対する割合はそれぞれ 74.4%、5.2%、20.4%に相当する。中国全体では、第一次産業の就業人口の割合は 52.9%であり、この数値と比較しても、チベット自治区では農業の比重の高いことがわかる。

7 行政区で比較すると、第一次産業の就業人口は、日喀則地区で 27 万人と最高であり、次いで、昌都地区で 20 万人を占めている。西部の阿里地区が最低で、5 万人にすぎない。

## 6. 農民所得

### 6.1. 農民 1 人あたりの農民所得の推移

チベット自治区における農民 1 人あたりの国内総生産、農業総生産、農民純収入を図 16 に示してある。改革開放政策が開始された 1978 年と 1999 年と比較すると、農民 1 人あたりの国内総生産は 11.1 倍、農業総生産は 8.2 倍、農民純収入は 17.2 倍の伸びとなっている。特に、最近 5 年間の増加が顕著であり、ほぼ 2 倍にまで増加している。

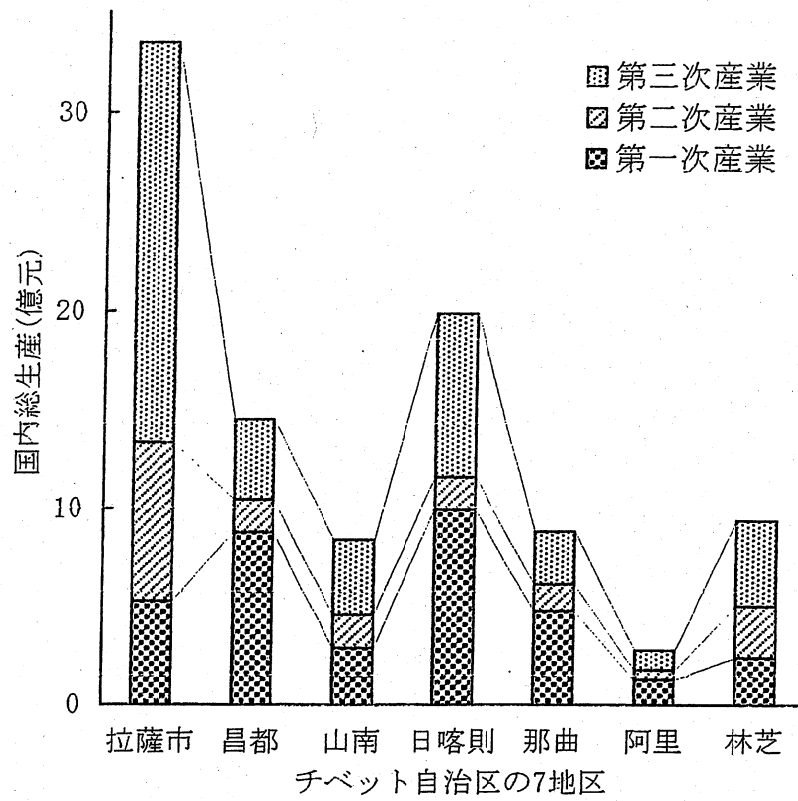


図 14 チベット自治区7地区の第一次、第二次、第三次産業の1999年の国内総生産。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

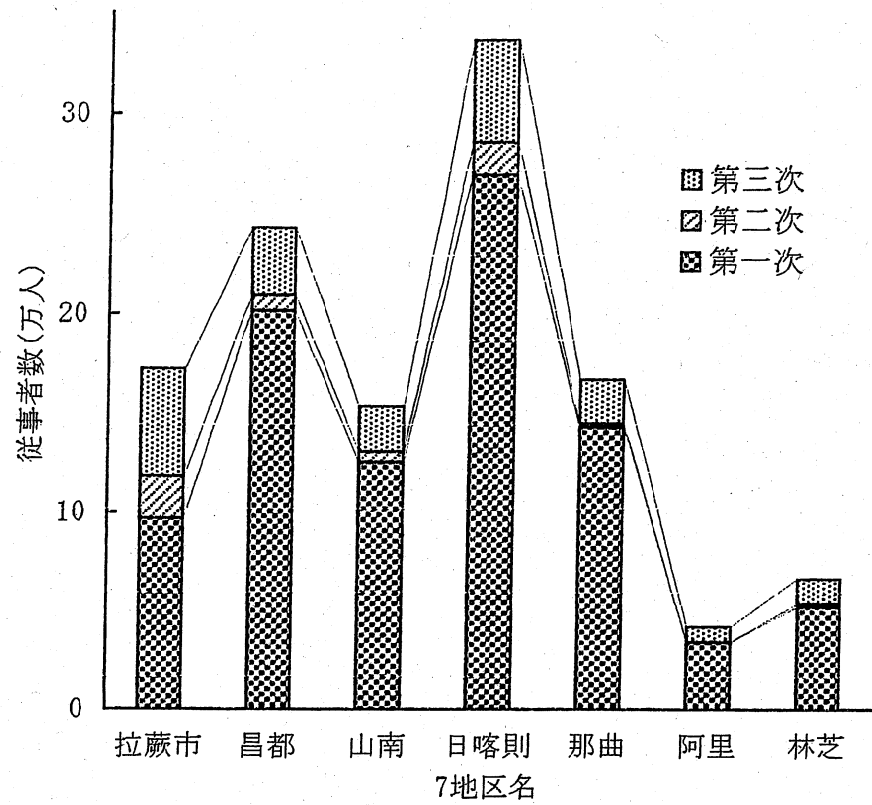


図 15 チベット自治区 7 地区における第一次、第二次、第三次産業の 1999 年の従事者数。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)



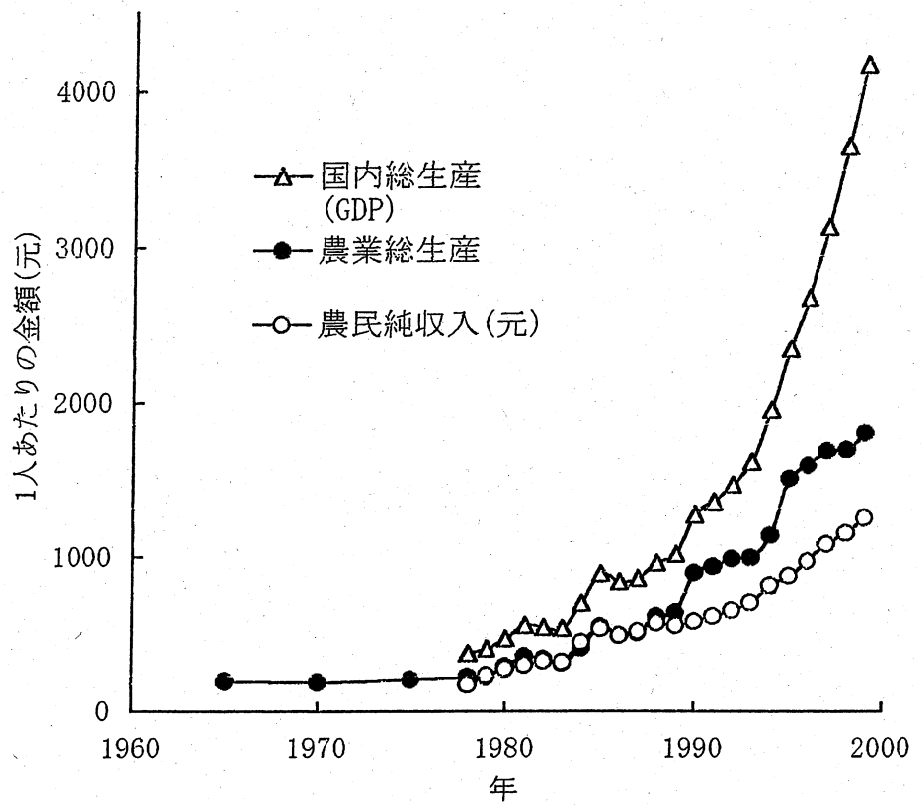


図 16 チベット自治区の国民 1 人あたりの国内総生産 (GDP)、農業総生産、農民純収入の 1965~1999 年の推移。  
(西蔵自治区統計局編、『西蔵統計年鑑 2000』)

1999年のチベット自治区の農民1人あたり純収入は1258元(1元14円として、1万7600円)である。この数字は、中国の31省区(市を含む)で比較して、最下位である。チベット自治区の上にくるのは、甘肅省の1357元、貴州省の1363元である。一方、最上位は上海市の5409元(7万5700円)であり、チベット自治区のほぼ4倍である。次いで上位を占めているのは、北京市の4227元、浙江省の3948元である。農民1人あたり純収入が高いのは、いずれも沿海の大都市に近いところである。中国では、海に面している省のほうが以前から概して豊かであり、この傾向は近年ますます加速されている。その原因は、改革開放政策の恩恵が沿海地区により多く与えられているためである。

この農民1人あたり年間純収入には、農民が自家消費した農産物も現金換算されて含まれている。この現物所得分、つまり、現金所得ではない割合は、農民1人あたり年間純収入の約35%を占めていると言われている。

## 6-2. 1人あたりの農民と都市住民の所得格差

中国では1949年の建国以来、農民と都市住民との所得格差が常に問題とされてきた。チベット自治区においても同様の問題が提起されてきたが、農民の所得水準が中国国内で最低であるから、この格差はいつそう深刻である。1990年以降、農民の所得は増加しているが、その伸び率は都市住民と比較するとわずかである。1999年の農民1人あたりの収入が1258元であるが、都市住民の収入は5998元と、5.3倍の所得格差が生じている(図17)。改革開放政策が実施された1978年には、農民と都市住民との格差は3.2倍であり、この水準はそれ以降も維持されていて、1990年には2.8倍であった。ところが、1990年以降、この格差は年々拡大している。

このような格差は中国全体についても言えることである。中国政府は改善のために種々の措置を講じているので、1995年以降、格差は縮まる傾向にある。中国全体では、1999年の農民の所得に対する都市住民の所得の格差は2.7倍である。ちなみに、農民の所得が中国一である上海市では、格差は2.0倍である。

## 7. 農業生産

### 7-1. 農地面積の推移

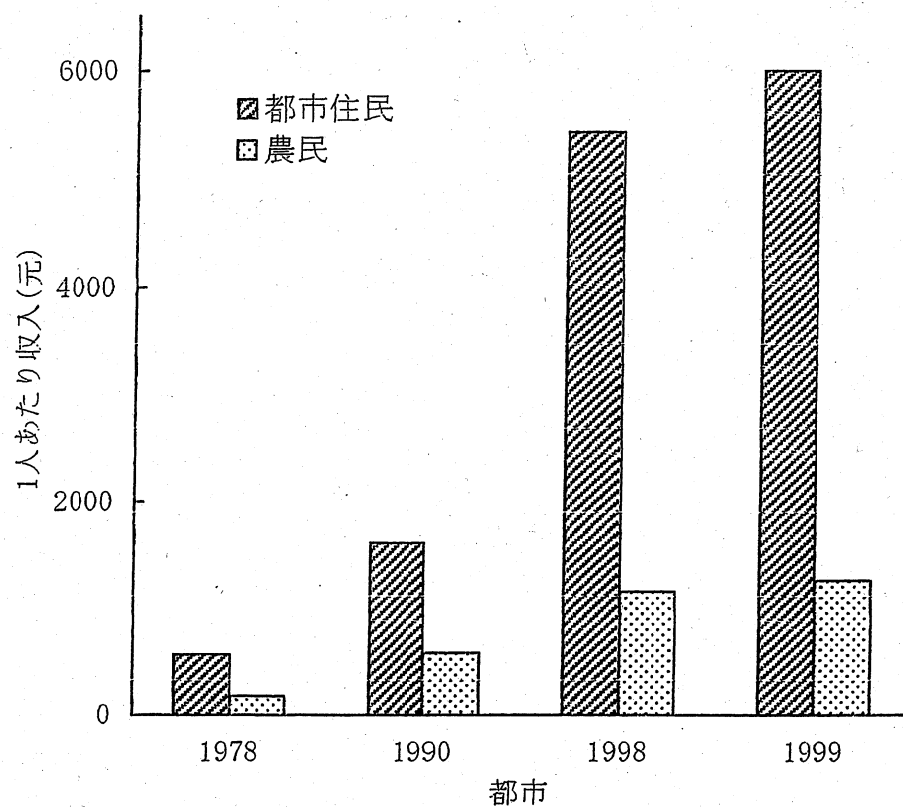


図 17 チベット自治区における農民と都市住民の 1 人あたりの収入の 1978～1999 年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

チベット自治区では、農地面積はここ 30 年間ほとんど変化しておらず、23 万 ha の水準を維持している(図 18)。中国解放軍が拉薩を制圧した 1959 年の農地面積は 16.8 万 ha であった。それから 10 年間で約 5 万 ha の農地が新たに開発され、現在の農地面積の水準に到達している。チベット自治区において農地面積がほとんど変化していないということは、開発可能な土地がかなり前からすでに開発されつくしていたことを示している。チベットの独自の文化は、この安定した農地面積が背景にあったと言えよう。

1999 年の水田面積は 930ha とごくわずかであり、全体の 0.4%を占めているにすぎない。水田は標高の低い林芝地区にあるだけで、他の地区には水田はない(図 19)。畑地面積は日喀則地区で最も多く、8 万 3300ha、全体の 36.2%ha を占め、次いで、昌都地区が 5 万 070ha、全体の 22.0%ha を占め、これら 2 地区で全体の半分以上を占めている。那曲地区と阿里地区は、標高が高いために畑地はわずか 8600ha、全体の 3.7%にすぎない。これらの地区では、作物栽培は不可能であり、牧畜が主体となるのは当然であろう。

農地面積について述べてきたが、中国の統計書に載っている農地面積の数値は、実態を示していない、という指摘がある。『中国統計年鑑』も、数値が低過ぎるので、今後精査が必要であると指摘している。一般には、実際の農地面積は、統計書の数値より 20~30%多いと言われている。

## 7-2. 農地の灌漑面積の割合(灌漑率)

チベット自治区において農地の灌漑率は、1960 年より 1977 年まで年 0.5%の割合で確実に増加していた(図 20)。1989 年と 1990 年に 72.4~72.5%と最高を記録したが、その後低下し、1999 年は 65.6%になっている。

中国全体では、農地の灌漑面積は 1985 年に最低を記録している。これは、人民公社制度が解体したので、水利施設の維持、補修さらに新設機能が低下したためである。また、1984 年までは、食糧生産が増大を続けていたので、この問題点は表面に出てこなかった。ところが、1985 年に食糧生産が大幅に減産したことから、この問題がクローズアップされることになった。この問題の解決を図るために、農村の再組織化が計画された。この農村の再組織化は、単に水利施設だけを取り扱う訳ではないが、水利施設の補修、新設が主要な目的である。中央政府の指導が強化

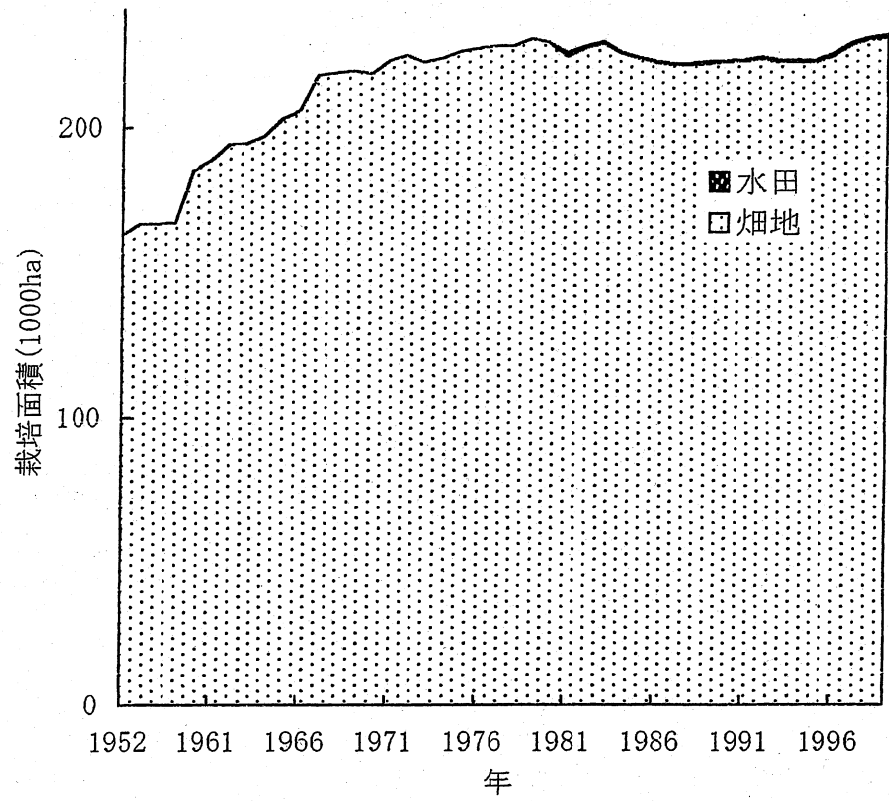


図 18 チベット自治区における畑地と水田の耕地面積の1981～1999年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

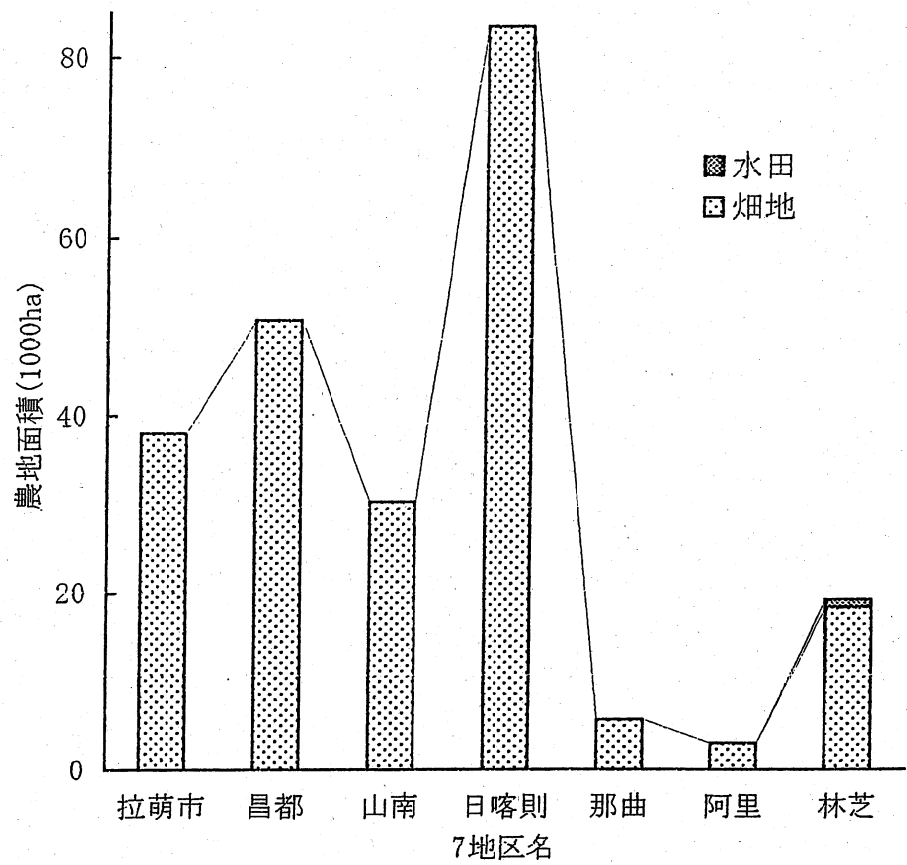


図 19 チベット自治区 7 地区における畑地と水田の 1999 年の耕地面積。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

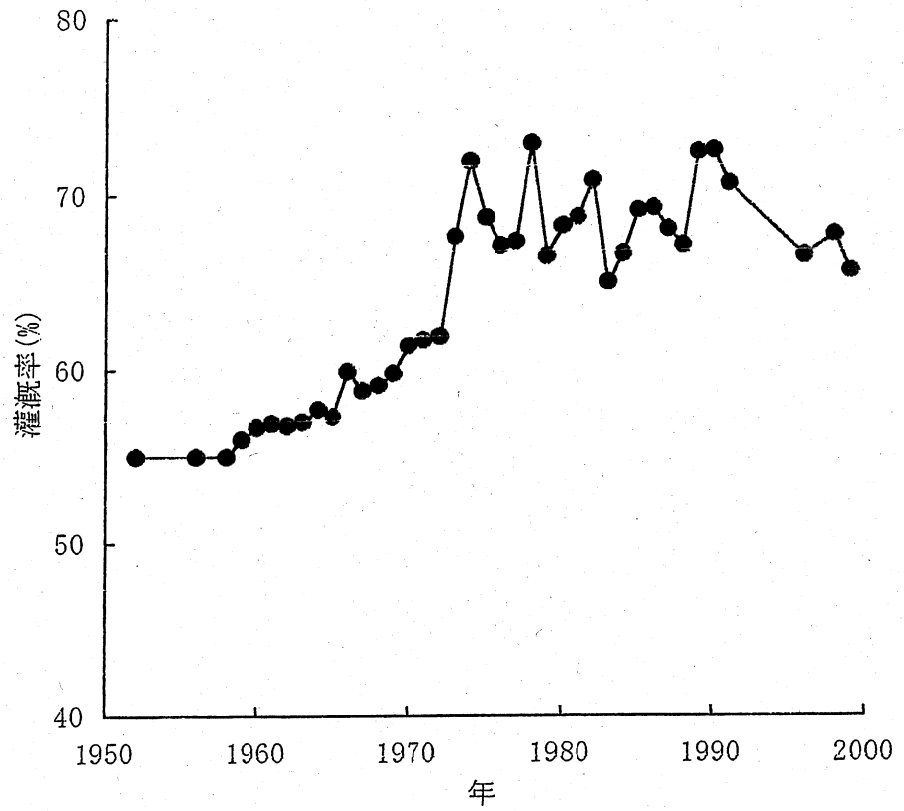


図 20 チベット自治区における農地の灌漑面積の割合の1952～1999年の推移。(西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑 1992』、西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

されたため、中国全体では農地の灌漑面積は 1985 年以降増大する傾向にある。

チベット自治区の 7 行政区で比較すると、農地の灌漑率は地区により大きく異なっている。拉薩市、山南地区、日喀則地区では、灌漑率は 83%以上である(図 21)。ところが、東部の昌都地区では 25%、東南部の林芝地区では 52%と低い水準にある。これら 2 地区では農地面積も多いので、今後の改善が期待される。農地面積の少ない、北部の那曲地区では 4%であるが、西部の阿里地区では 92%と高い。この大きな違いについて、理由は明らかではない。

### 7-3. 化学肥料の使用状況

チベット自治区では、1999 年の化学肥料の使用量は 2 万 6800 トンである。そのうち訳は、チッソ肥料が 1 万 2500 トン(全体の 47%)、リン酸肥料が 4100 トン(15%)、カリ肥料が 1500 トン(6%)、化成(複合)肥料が 8600 トン(32%)である(図 22)。成分により大きな差が見られるが、このチッソ肥料を多用する傾向は中国全体についても言えることである。

1995 年の中国全体の化学肥料の使用量は 3594 万トンであり、チッソ肥料が 2022 万トン(56%)、リン酸肥料が 632 万トン(18%)、カリ肥料が 269 万トン(7%)、化成肥料が 671 万トン(19%)である。チッソ肥料に比べて、リン酸肥料とカリ肥料があまりにも低い。この肥料 3 要素のバランスの悪さが、化学肥料の投入効果を大きく低下させていると言われている。理想的なバランスは、N:P:K が 1:0.5:0.3 とされているが、現状では、1:0.3:0.03 となっている。特に、カリが不足していることは明らかである。3 要素のバランスを改善するために、中国政府は 1:0.5:0.25 を目標として設定している。ところが、1995 年に中国国内で生産された化学肥料の N:P:K のバランスは、1:0.36:0.01 であり、カリ肥料が不足する傾向は一層強まっている。

化学肥料の使用量をチベット自治区の 7 行政区で比較すると、日喀則地区の 9200 トンと拉薩市の 8500 トンが全体の 67%を占めている(図 23)。化学肥料の使用量は畑地面積の大きさと密接に関連しているので、10 アールあたりのチッソ肥料の使用量で比較すると、日喀則地区、拉薩市、阿里地区では 6.7~6.8kg/10a、林芝地区と山南地区では 4.9~5.3kg/10a であるが、昌都地区では 2.8kg/10a、那曲地区では 1.8kg/10a と低い水準にある。この数字には化成肥料の成分が含ま



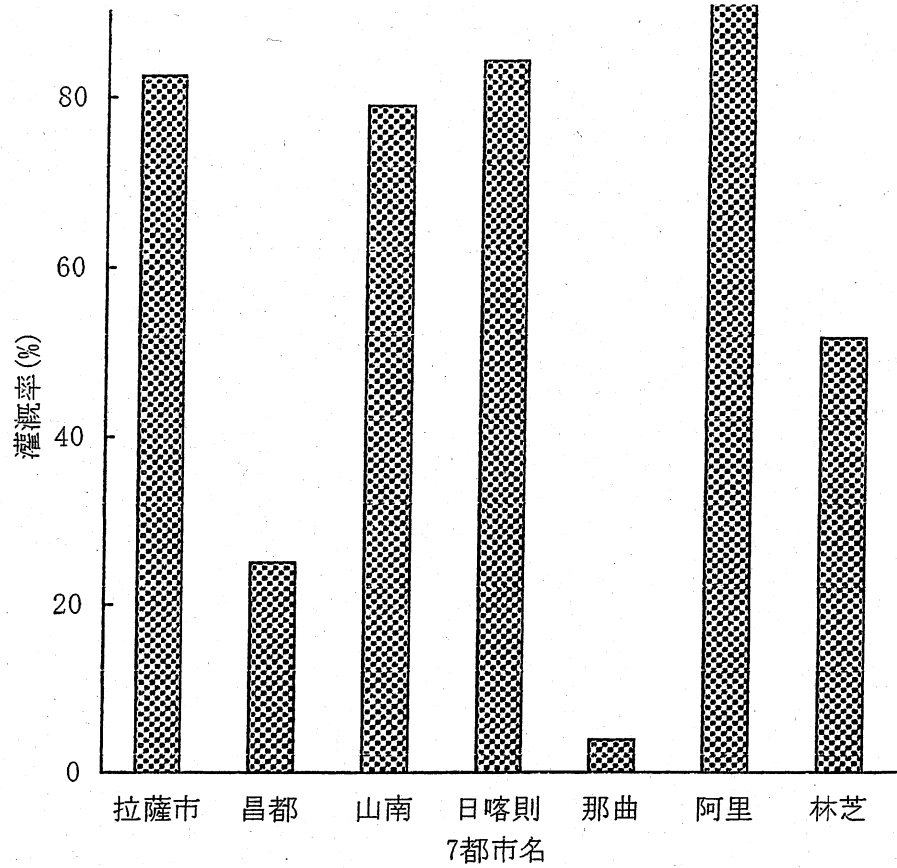


図 21 チベット自治区7地区における農地の灌溉面積の割合の1999年の比較。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

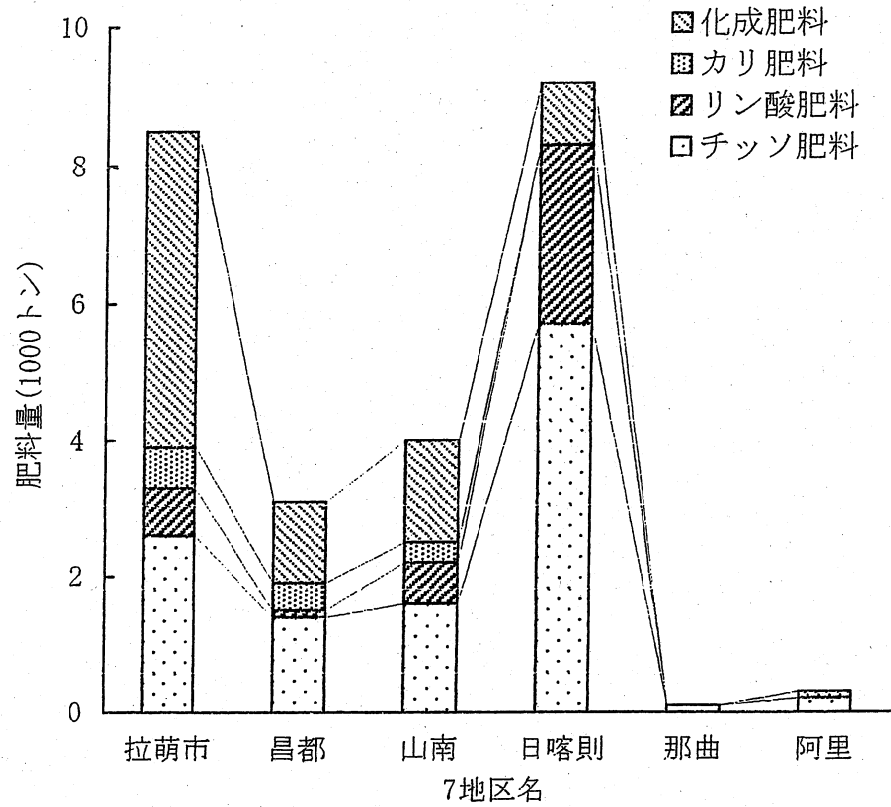


図 22 チベット自治区 7 地区におけるチッソ、リン酸、カリ、化成肥料の 1999 年の使用量。  
 (西藏自治区统计局編、『西藏統計年鑑 2000』)

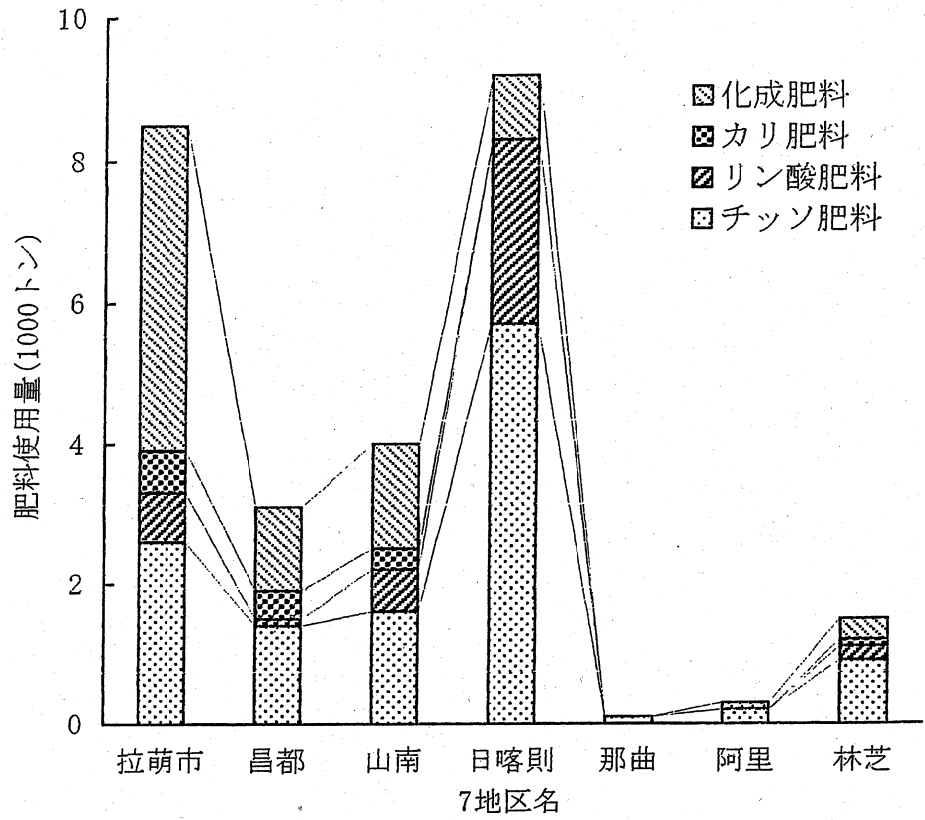


図 23 チベット自治区 7 地区におけるチッソ、リン酸、カリ、化成肥料の 1999 年の使用量。  
 (西藏自治区统计局編、『西藏統計年鑑 2000』)

れていない。拉薩市では、化学肥料の合計使用量 8500 トンのうちチッソ肥料が占める割合は 31%にすぎず、化成肥料が 54%を占めている。この化成肥料の N:P:K の成分割合がわからないので正確な使用量を計算できないが、普通、化成肥料は N:P:K を適切な割合で配合することと、さらに、リン酸肥料とカリ肥料の使用量も他の地区より多いことからして、拉薩市では適切な畑地の肥培管理が実施されていることが推察される。拉薩市には首都があるために、各種研究機関が集中しており、そのために農業技術の普及が末端までうまく浸透している成果であろう。このような良好な肥培管理が、拉薩市において高い農業生産を実現していると考えられる。

これに対して、拉薩市以外の農業が主体の地区では、現状のような肥培管理を続けていると、将来、生産性に重大な障害が出る恐れがある。早急な対策が望まれる。生産性を上げるために、まず、チッソ肥料を使うという傾向は発展途上国で普通に見られることであるが、リン酸肥料とカリ肥料を併用することの重要性を、早急に農民に普及すべきである。

#### 7-4. 作物の栽培面積

チベット自治区における作物別の栽培面積の推移を図 24 に示してある。オオムギ、コムギ、油料作物が栽培面積を増加させているが、逆に、マメ類とイモ類は減少している。1999 年の栽培面積を 1990 年と比較すると、オオムギでは 5.8%、コムギでは 26.3%、油料作物では 5.8%栽培面積が増加している。一方、マメ類では 39.9%、イモ類では 86.5%も栽培面積が減少している。野菜と青刈り作物は同じ水準を維持している。

1999 年の栽培面積は、オオムギが 12 万 7100ha (57.0%)、コムギが 5 万 4700ha (24.6%)、油料作物が 1 万 7100ha (7.7%)、マメ類が 1 万 1800ha、野菜が 7400ha (0.9%)、青刈り作物が 4700ha (2.1%)、イモ類が 200ha (0.1%)である。チベット自治区ではオオムギとコムギの栽培が全体の 81.6%を占めており、他の作物の栽培面積がきわめて少ないことが特徴である。

チベット自治区の 7 行政区で比較すると、作物の栽培面積は日喀則地区で最も多く、8 万 0600ha であり、次いで昌都地区で多く、5 万 1700ha である(図 25)。これらの地区ではオオムギ栽培の占める割合が高く、全体の 62~67%を占めている。これに対して、拉薩市と山南地区では、オオムギ栽培の占める割合は 44~49%と

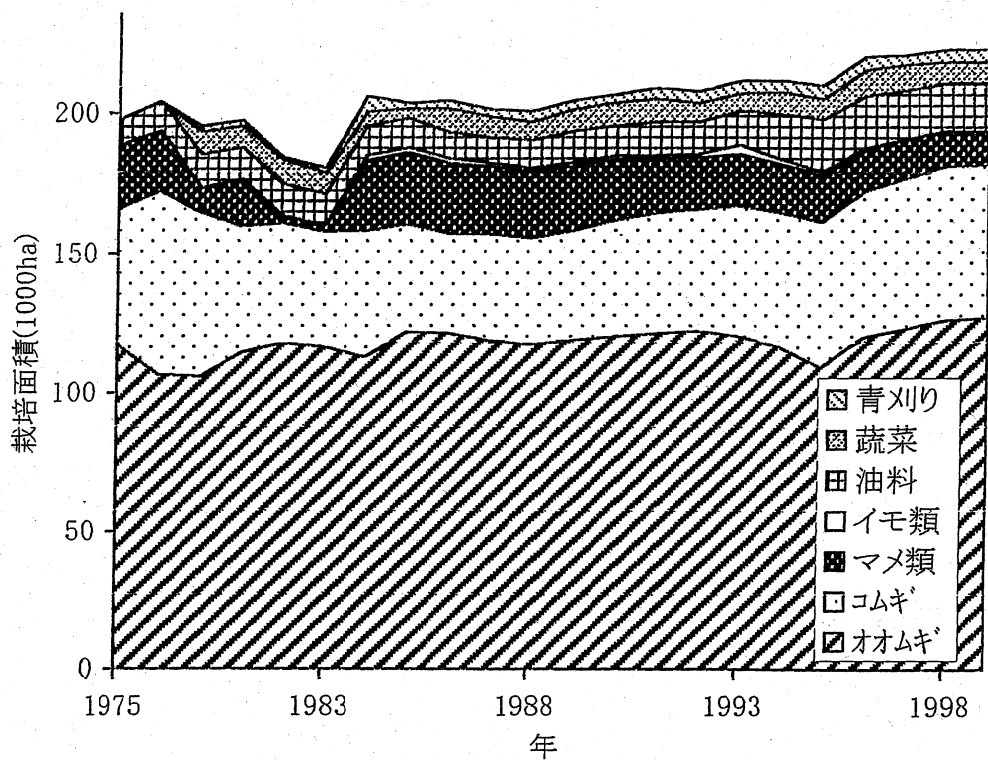


図 24 チベット自治区における主要作物の栽培面積の1975～1999年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

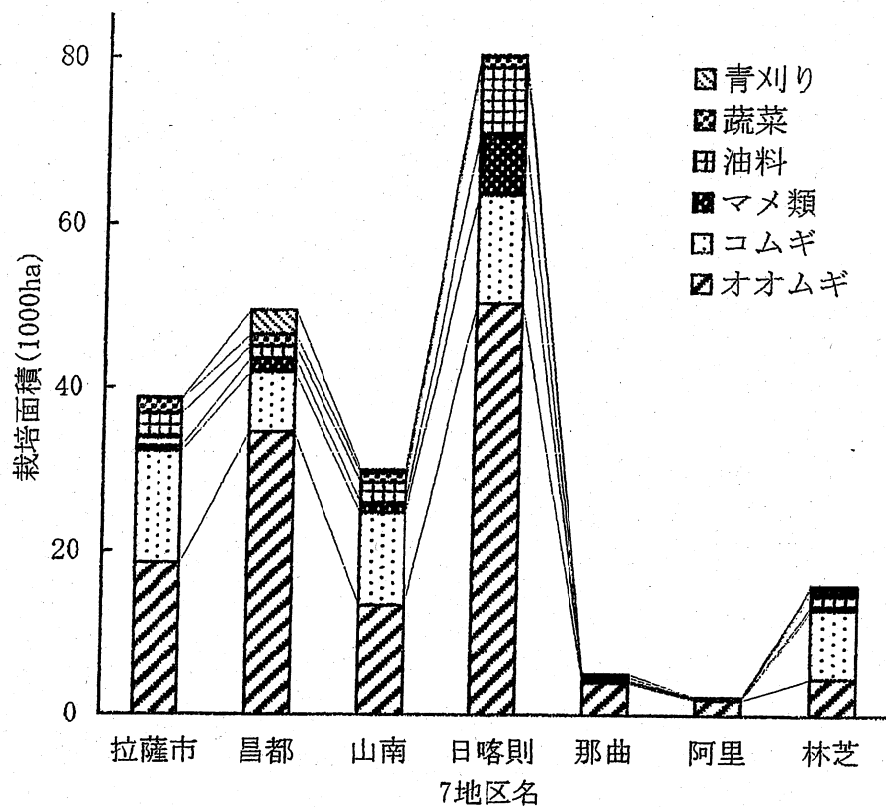


図 25 チベット自治区 7 地区における主要作物の 1999 年の栽培面積。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

低くなっており、その分、コムギの占める割合が高くなっている。那曲地区と阿里地区は、栽培面積は少ないが、78～84%がオオムギである。チベット自治区の東南に位置する林芝地区は標高が低い地域を含むために、他の地区とはまったく異なった栽培パターンとなっている。オオムギ栽培の面積は22%にすぎず、コムギ栽培が主体で、38%を占めている。

このように見えてくると、チベット自治区の農業地帯は大きく3種類に分類できそうである。1つは比較的温暖な林芝地区であり、ここでは古くから中国の影響を受けたコムギ栽培が中心の農業が営まれてきたと見ることができる。これ以外の地区では、オオムギ中心の伝統的な農業が営まれてきたが、それも最近になって2種類に分かれつつある。拉薩市と山南地区を含む拉薩谷一帯では、チベットの伝統的なオオムギ栽培から、漢族の好むコムギ栽培へと転換しつつあることを、これらの結果は示している。一方、日喀則地区と昌都地区では、依然としてオオムギが中心の伝統的な農業が営まれている。しかし、これらの地区も、将来は、拉薩谷と同様の方向に進むであろう。

#### 7-5. 作物の生産量

チベット自治区における、1997年のオオムギ生産量は44万7000トンであり、春コムギと冬コムギを合計した生産量は28万3000トンである。コムギ生産量は中国全体の0.2%を占めているにすぎないが、オオムギ生産量は中国全体の10.4%を占めている。

チベット自治区における、オオムギ、春コムギ、冬コムギの生産量の推移を図26に示してある。人民公社制度の廃止が決まった1978年から、実際に廃止された1982年、さらにその後の混乱の2年間は、オオムギと冬コムギの生産量が大きく落ちこんでいる。オオムギの生産量は、1983年に20万3000トンまで落ちこんでから、1986年と1987年の例外を除いて、順調に増加している。1999年のオオムギ生産量は52万1000トンである。冬コムギの生産量は1988年までは7万トンの水準であったが、1989年から増加に転じ、1999年の冬コムギ生産量は23万8000トンである。春コムギの生産量は大きな変動もなく推移しており、1999年の生産量は7万4000トンである。

オオムギと冬コムギの生産量は1988年より順調に増加しているが、この間の栽

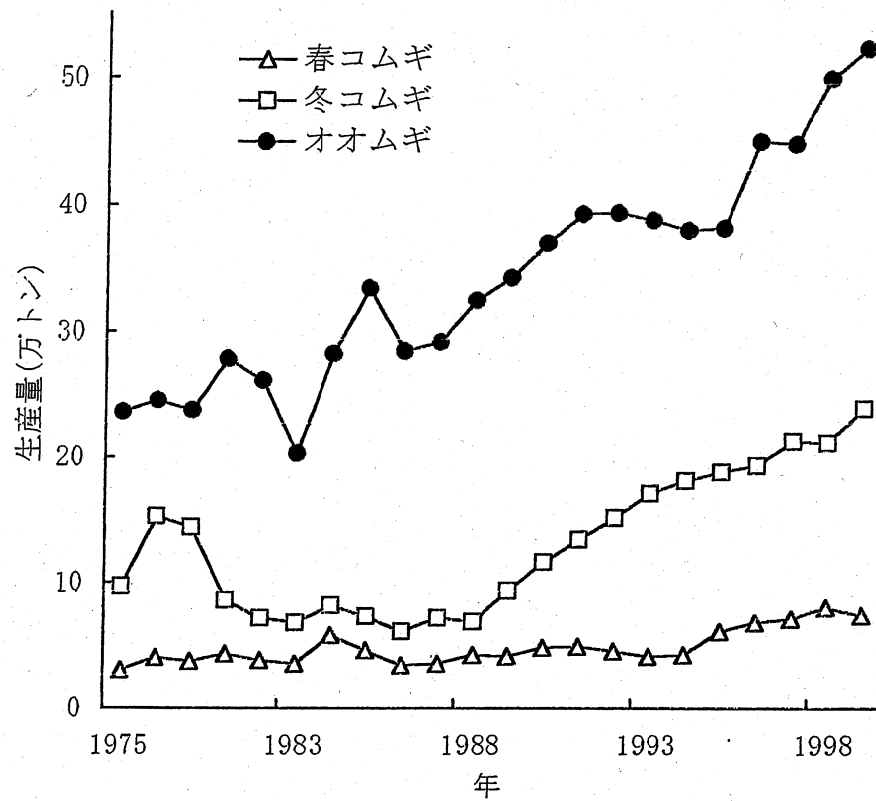


図 26 チベット自治区における春コムギ、冬コムギ、オオムギの生産量の 1975～1999 年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)



培面積は、オオムギで8%、コムギ(冬コムギと春コムギの合計)で44%増加している。ところが、1999年の生産量を1988年とくらべると、オオムギで1.6倍、冬コムギで3.4倍となっている。オオムギと冬コムギの生産量の増加が栽培面積の拡大だけに依るものではないことは明らかである。灌漑設備の拡充と化学肥料の投入の増大が生産量の増加をもたらした最大の原因であろう。また、拉薩谷では改良品種の栽培も盛んに行われている。この改良品種の導入も生産性の改善には大きく貢献していると考えられる。しかし、改良品種の導入についてはまったく資料がない。

チベット自治区でも見られた1980年代後半の食糧生産の低迷は、中国全体についても見られたことである。その原因は次の2点に要約されている。

①農家の生産が、備蓄分を含めて、必要とする水準にまで到達したことがまずあげられる。そこで、農民の食糧増産への意欲が低下し、むしろ、収益性の方に目を向けるようになった。

②ついで、1984年まで増大してきた食糧生産に対して、中央政府が評価を見まちがえたことが指摘されている。つまり、流通している食糧の一時的な過剰を、食糧生産全体の過剰と誤認してしまい、食糧生産に対する政策上の優遇措置を削減したことが食糧生産の低迷をもたらした、と言われている。

これらの反省点を踏まえ、中央政府は食糧増産を重視し、その結果、1990年以降、食糧生産は増大している。

1995年に、中央政府は前年の食糧減産を反省して、「食糧省長責任制」を実施している。この制度の最大の眼目は、食糧の生産や流通について問題を起こした省長の首をすげ替えることである。この措置は効果を発揮し、1995年以降、食糧生産は増加している。チベット自治区においても、この制度が効果を発揮して、食糧生産が増加したのかどう定かではない。

チベット自治区の7行政区で比較すると、作物の生産量は日喀則地区で最も多く、35万2100トンであり、次いで拉薩市で多く、17万8500トンである(図27)。栽培面積では2位の昌都地区が生産量では4位となっている。昌都地区ではオオムギの生産量が全体の65%を占めているのに対して、拉薩市や山南地区では33~36%にすぎず、コムギと蔬菜の占める割合が高い。このように、オオムギに依存している昌都地区では、栽培面積に比較して作物の生産量は低い。今後、拉薩市での栽培様式が、昌都地区や日喀則地区へ導入される可能性は高いであろう。

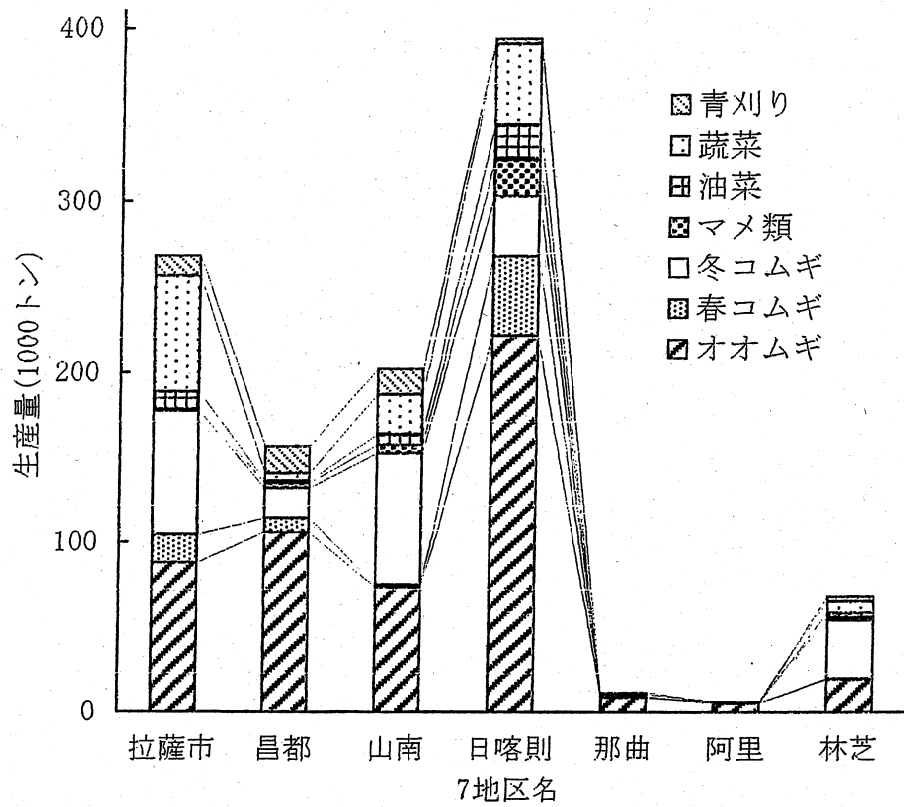


図 27 チベット自治区 7 地区における主要作物の 1999 年の栽培面積。  
 (西藏自治区统计局編、『西藏統計年鑑 2000』)

## 7-6. 作物の単収

冬コムギの単収は、1991～1995年の間は大きく変動しているが、1996～1998年には5450kg/haで安定し、1999年には5980kg/haである(図28)。春コムギとオオムギは早春に播種して栽培することから、単収の年次変動は1978年からほぼ同様に推移している。ただし、オオムギは1996年の単収3900kg/haから同じの水準を維持しているのに対して、春コムギは増加し、1999年は4930kg/haとなっている。1999年のオオムギの単収は3950kg/haである。このように、1999年の単収を比較すると、冬コムギと春コムギとの間に約1000kg/haの、また、春コムギとオオムギとの間にも約1000kg/haの開きがある。冬コムギとオオムギとの間には約2000kg/haの開きがあり、オオムギの単収3950kg/haからすると、実に、50%の差になる。これだけ単収に差があれば、単純に生産量だけを追求するのであれば、オオムギ栽培を止めて、冬コムギ栽培に切り替えた方が得策である。実際、生産量で見たように、オオムギ栽培の割合が低くて冬コムギ栽培の割合が高い、拉薩市や山南地区では栽培面積に比較して、高い生産量を実現している。

1995年の中国全体でのコムギの単収は3540kg/haである。この年の単収の1位は北京市で5830kg/ha、2位は山東省で5140kg/ha、そして、3位がチベット自治区で4800kg/haである。図25にあるように、1995年はチベット自治区でたまたま単収が落ち込んだ年であり、その前後の年では5400kg/haの単収をあげている。1999年の冬コムギの単収は5980kg/ha、春コムギの単収は4990kg/ha、両者を混みにした単収は5703kg/haであり、チベット自治区におけるコムギの生産性は中国のトップクラスになっている。このようなコムギの単収がチベット自治区において高いのは、気象条件が合っているからであろう。もともと乾燥地帯であり日照時間が長いこと、標高が高いために春先からの気温の立ち上がりがおそく、冷涼な気象条件が長く続くこと、そのために出穂期までの時間が長いことなどが、コムギの生産性にプラスに働いているのでであろう。さらに、前述したように、灌漑設備の完備や化学肥料の投入の効果などが総合的に機能して、単収を高くしていると考えられる。

## 8. 畜産

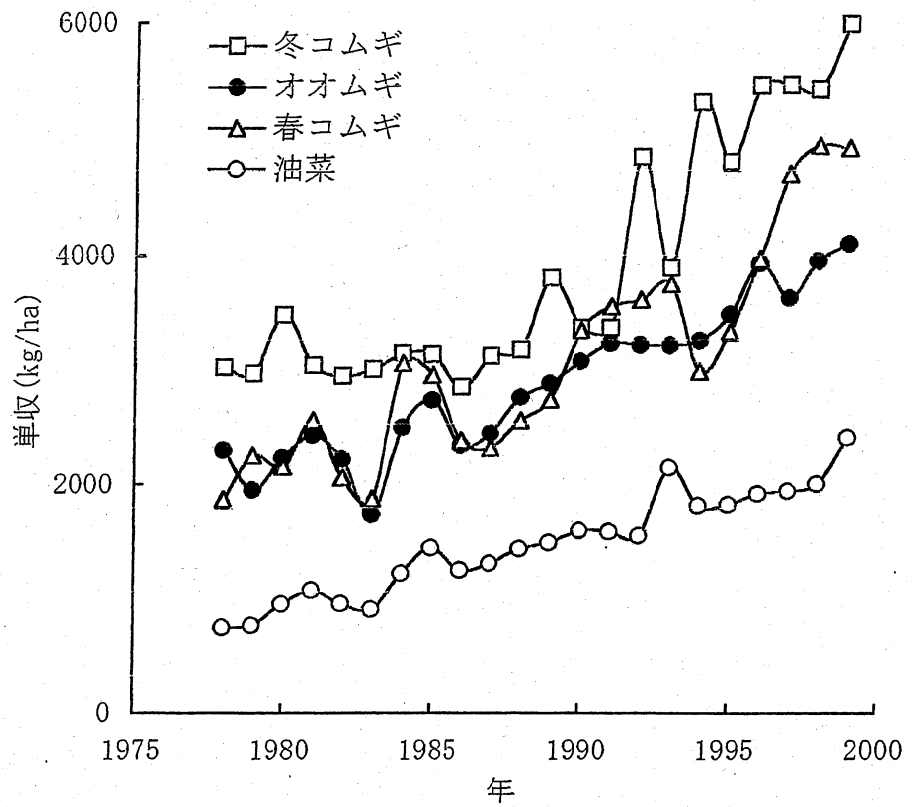


図 28 チベット自治区における主要作物の単収の 1978～1999 年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

## 8-1. 家畜の飼育頭数

チベット自治区では、1958年に実施され1982年に解体された人民公社の時代、ヒツジの頭数は1958年の474万頭から1981年の1371万頭まで毎年順調に増加していた。しかし、その後、ヒツジの頭数は1100万頭の水準で安定している(図29)。ヤギとウシの頭数も1985年以降、ほぼ同様の水準を維持している。1999年のヤギの頭数は585万頭、ウシの頭数は528万頭である。なお、ウシの頭数にはスイギュウ、ヤク、ウシとヤクの雑種が含まれている。中国農村統計年鑑の1996年版では、チベット自治区における1995年の黄牛の頭数を95万4000頭としている。この頭数をウシの総頭数から差し引いた残りをすべてヤクとすると、ヤクの占める割合は82.3%となる。山南地区での実際の調査では、49万頭のウシのうち、ウシが34%、ヤクが58%、ウシとヤクの雑種が8%を占めていた。このように、統計上のウシに占める本当のウシの割合は地区により大きく異なっていると推察される。

その他の大家畜として1999年に51万頭の家畜が飼育されているが、その内訳は、ウマが71.3%、ロバが26.7%、ラバが2.0%を占めている。1999年のブタの飼育頭数は22万頭である。

1996年の結果では、ウシを含めた大家畜の総数は560万頭であり、そのうち役畜は121万頭で全体の21.6%を占めている。この役畜の頭数を農村労働力で割ると、チベット自治区では農民1名あたり1.27頭の役畜を所有していることになる。中国全体では、0.20頭/名であり、チベット自治区における数値が極めて大きいことがわかる。この数値の意味することは、チベット自治区では農村における機械化がほとんど進んでおらず、すべての農作業、運搬が家畜の役力に依存していることである(図30~32)。

チベット自治区の7行政区で比較すると、那曲地区で家畜頭数が最も多く、総頭数は691万頭で、そのうちヒツジが399万頭、ヤギが137万頭、ウシが146万頭を占めている(図33)。総頭数が次に多いのは日喀則地区であり、556万頭をかぞえる。3番目に多い昌都地区ではウシの割合が39%と高い。拉薩地区では、家畜の飼育頭数は少ないが、これは作物栽培に比重が置かれているためである。阿里地区ではウシの割合が6%にすぎず、同じ牧畜地帯の那曲地区とも明らかに異なっている。これは、標高が高く、降水量が少ない気象条件の下で、草地の牧養力が極めて低いことである。このような厳しい環境条件では、大型のヤクすらも飼育が難しい

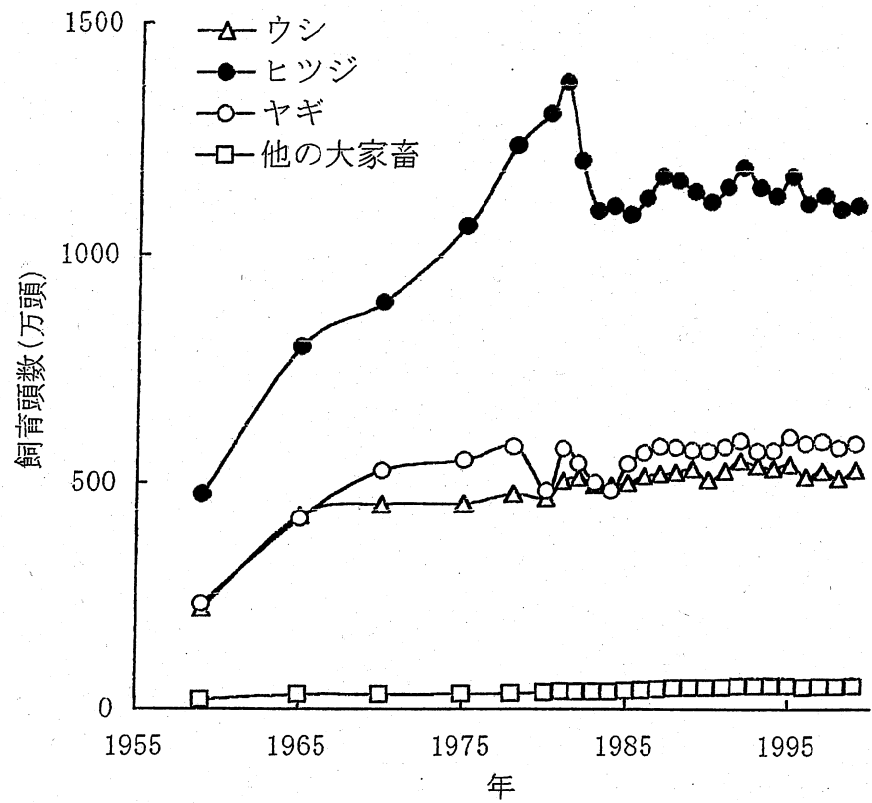


図 29 チベット自治区におけるウシ(スイギュウとヤクを含む)、ヒツジ、ヤギ、他の大家畜の飼育頭数の1959～1999年の推移。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)



図 30  
子供を運ぶヤク



図 31 材木を運ぶヤク (Goldstein and Beall, 1990)。



図 32  
草原をウマで移動する  
農民。チベットでは移動  
は常にウマを利用する。

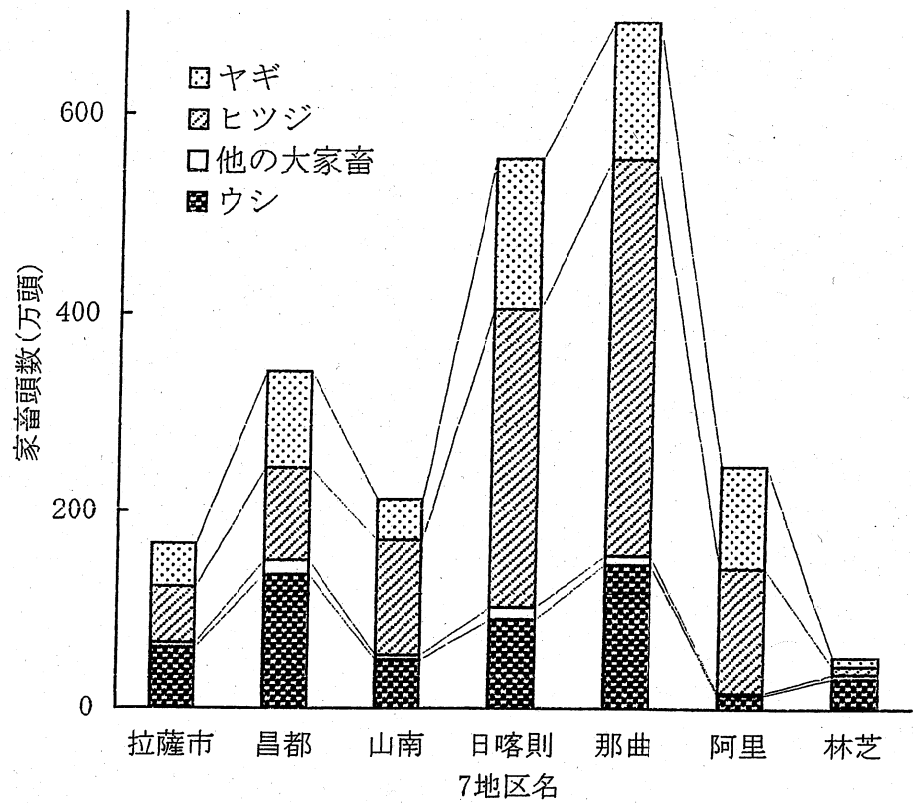


図 33 チベット自治区 7 地区におけるウシ(スイギュウとヤクを含む)、ヒツジ、ヤギ、他の大家畜の 1999 年の飼育頭数。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)



のであろう。また、林芝地区は、阿里地区とは逆で、ウシの割合が 49%を占めている。また、チベット自治区で飼育されているブタの総頭数 22 万頭のうち、林芝地区には半分の 11 万頭が飼育されている。作物栽培でも見られたように、林芝地区は標高が低い地域を含むために、他の地区とはまったく異なった家畜飼育がおこなわれている。

## 8-2. 食肉の生産量

チベット自治区におけるここ 20 年間の牛肉生産量は、10 年ごとに倍増している。1980 年の 2 万 1000 トンから、1990 年の 4 万 3500 トン、1999 年の 8 万 2900 トンとなっている(図 34)。牛肉生産量の増加は国内消費の高まりによるものである。ウシの飼育頭数がここ 10 年間は変化していないことからすると、チベット自治区において生産方法が変化してきていることが指摘できる。つまり、これまでの老廃牛を出荷する方法から、若齢牛を肥育し、出荷する方法への転換である。この方が出荷の価格も高くなり、経営の面で有利である。チベット自治区には 146 万頭のウシが飼育されており、この頭数からすると、牛肉生産の潜在能力は高いと判断できる。羊肉の生産は、1991～1994 年は 4 万 3000 トンの水準にあったが、それ以降増加に転じ、1999 年は 5 万 6700 トンである。

若齢の家畜を早期に出荷することは、草地の管理の点でもプラスに作用する。というのは、現在の飼育頭数は草地の牧養力の限界に近く、そのために草地植生の荒廃が進んでいる、と言われている。このような状況を改善する最も有効な方法が、若齢家畜を早期に出荷し、総頭数を減らすことであると言われている。

チベット自治区の 7 行政区で食肉生産量を比較すると、昌都地区で最も多く、4 万 4900 トンの食肉を生産している(図 35)。これはチベット自治区全体の 30.6% を占める。この中でも牛肉の占める割合が突出しており、3 万 4900 トンの牛肉を生産しており、この数字は、昌都地区全体の 77.7%、チベット自治区全体の 23.7% に相当する。この牛肉生産にはウシだけでなく、スイギュウ、ヤク、ウシとヤクの雑種も含まれている。これらの内訳がどうようになっているのか興味深いところではあるが、正確な資料はない。2 番目に食肉生産の多い那曲地区では、3 万 3600 トンの食肉を生産しており、その内訳は、ウシが 47.6%、ヒツジが 42.4%であり、ほぼ同じ割合である。ブタの飼育頭数が最も多い林芝地区では、豚肉を 2300 トン

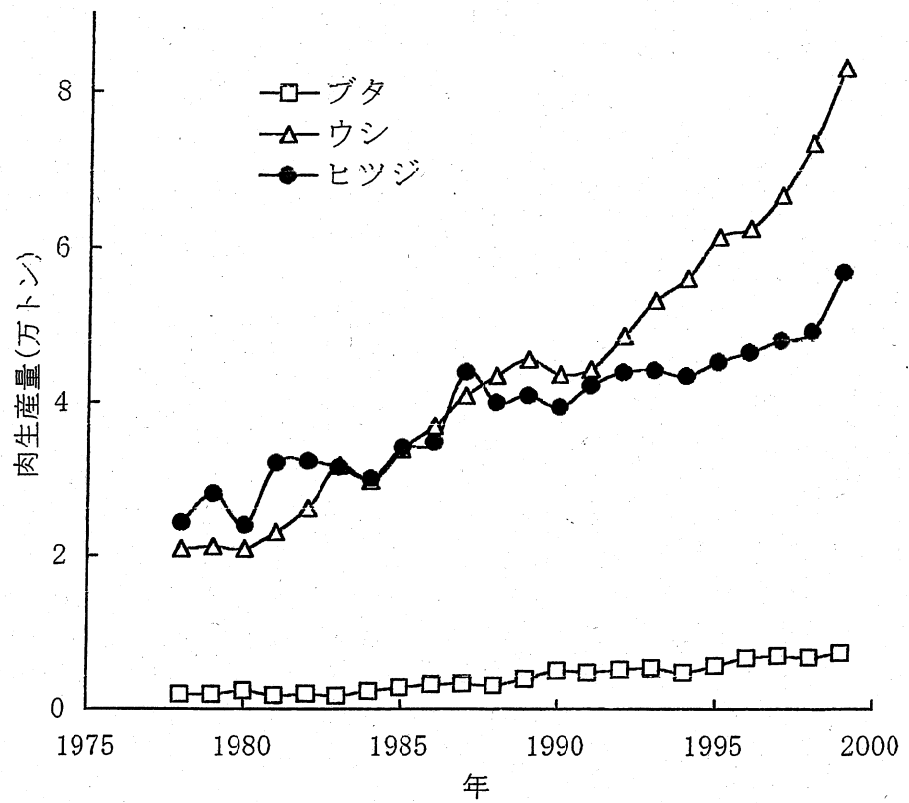


図 34 チベット自治区におけるウシ(スイギュウとヤクを含む)、ヒツジ(ヤギを含む)、ブタの食肉生産量の1978~1999年の推移。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

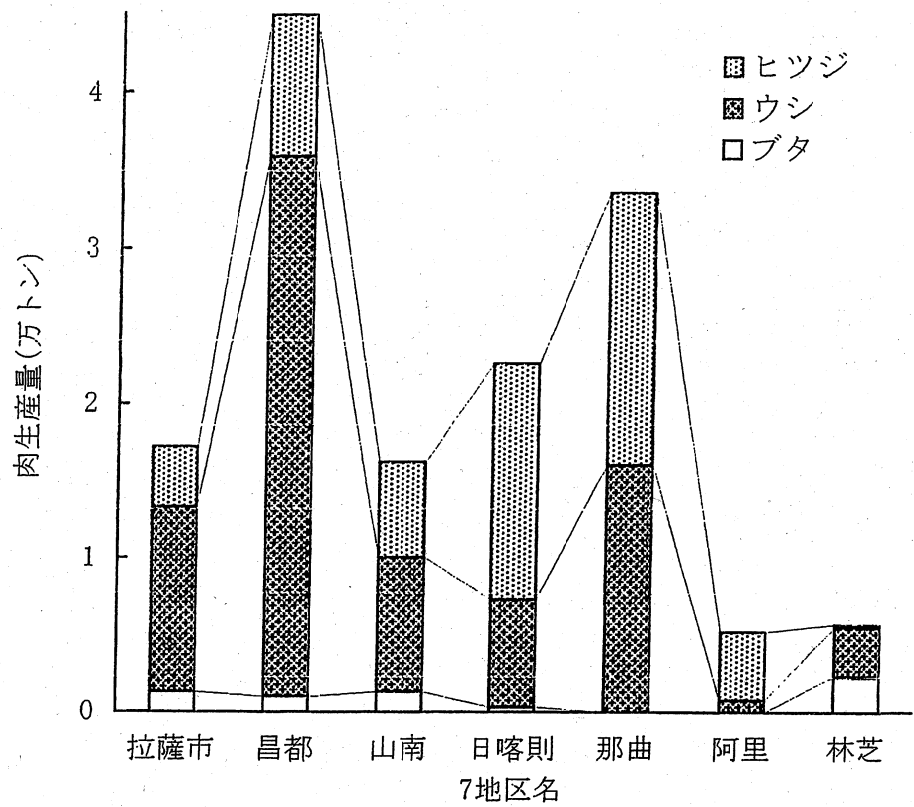


図 35 チベット自治区 7 地区におけるウシ(スイギュウとヤクを含む)、ヒツジ(ヤギを含む)、ブタの 1999 年の食肉生産量。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

生産しており、これはチベット自治区全体の1/3に相当する。

なお、屠場の様子を図36～38に示してある。

### 8-3. 家畜の出荷率

家畜の出荷率とは、ある年の出荷頭数をその年の年初の飼養頭数で割ったものである。これまで中国では、家畜飼養の成績を評価するために、年末の飼養頭数から年初の飼養頭数を差し引いた数字、つまり、増減を指標としていた。単純に増加していれば成績が良いと判断されていたのである。この方法では、ある年に1頭も出荷せず、ただ頭数を増やしさえすればいいと判断されてしまう。このような基準では、家畜飼養の非効率化をもたらすと言う理由から、新たに出荷率が指標として使われるようになった。出荷率が重視されるようになってから、食肉生産の効率は非常に向上したと言われている。

図39にチベット自治区7行政区の家畜の出荷率を示している。ブタの出荷率は日喀則地区と山南地区で100%を越えている。最もブタの飼育頭数の多い林芝地区で出荷率が39%と低いことが問題点として指摘できる。ブタは成長が早いので、100%を越えることが目標とされている。中国全体でも、1995年のブタの出荷率は116%である。

チベット自治区全体では、1995年のウシの出荷率は11.7%、ヒツジの出荷率は22.9%である。中国全体では、ウシの出荷率は24.7%、ヒツジの出荷率は68.7%である。チベット自治区の出荷率は、ウシで1/2、ヒツジで1/3の低さである。青海省も同様の水準にある。この点を改善することは重要であるが、ただし、チベット自治区と青海省では飼育されているヒツジ(ヤギを含む)の中で、毛用のものが多いという特殊事情も考慮する必要があるだろう。

### 8-4. ミルク生産

チベット自治区におけるミルク生産は、ウシが主体である。1999年のウシのミルク生産量は16万7200トン、ヒツジやヤギなどのその他のミルク生産量は3万1600トンであり、ウシのミルクは全体の80%を占めている(図40)。

チベット自治区の7行政区でミルク生産量を比較すると、昌都地区で最も多く、4万5100トンのミルクを生産している(図41)。この中でウシのミルクが占める割

図 36  
屠場へ連れていかれる  
ヤクの群れ。



図 37  
屠場で解体され  
枝肉に加工  
されたヤク。  
この屠場で9月  
上旬から6ヶ月  
で、ヤク1万頭、  
ヒツジ2万頭を  
解体している。

図 38  
ヤクを解体する  
農民 (Goldstein  
and Beall, 1990)



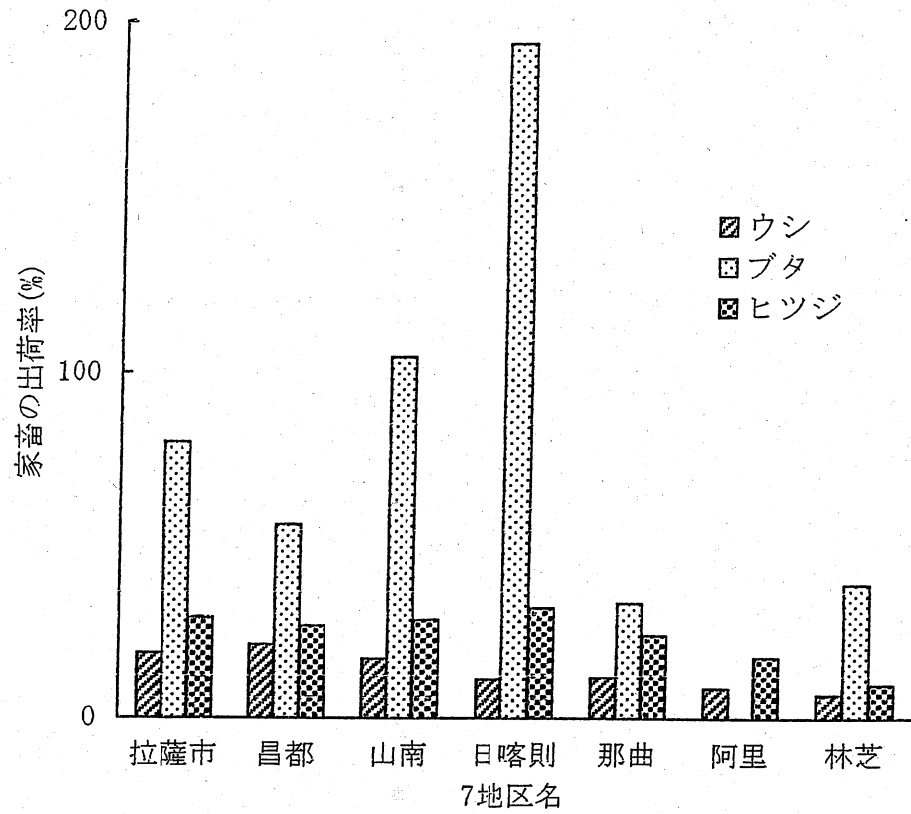


図 39 チベット自治区 7 区における家畜の出荷率の 1999 年の比較.  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

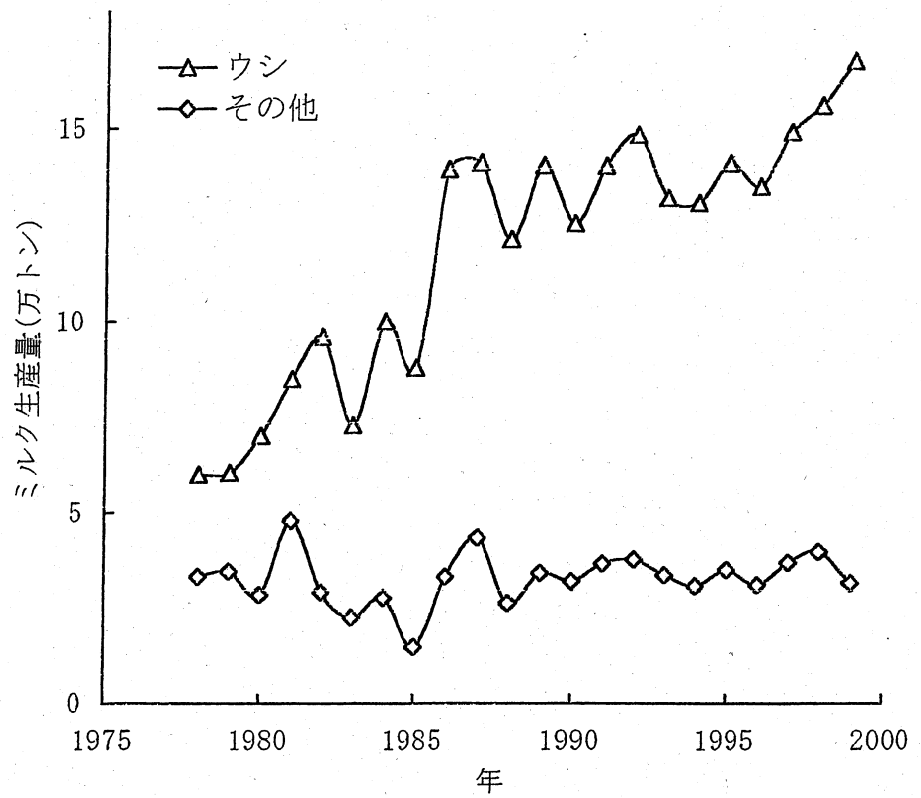


図 40 チベット自治区におけるウシ(スイギュウとヤクを含む)、その他の家畜のミルク生産量の 1978～1999 年の推移。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)

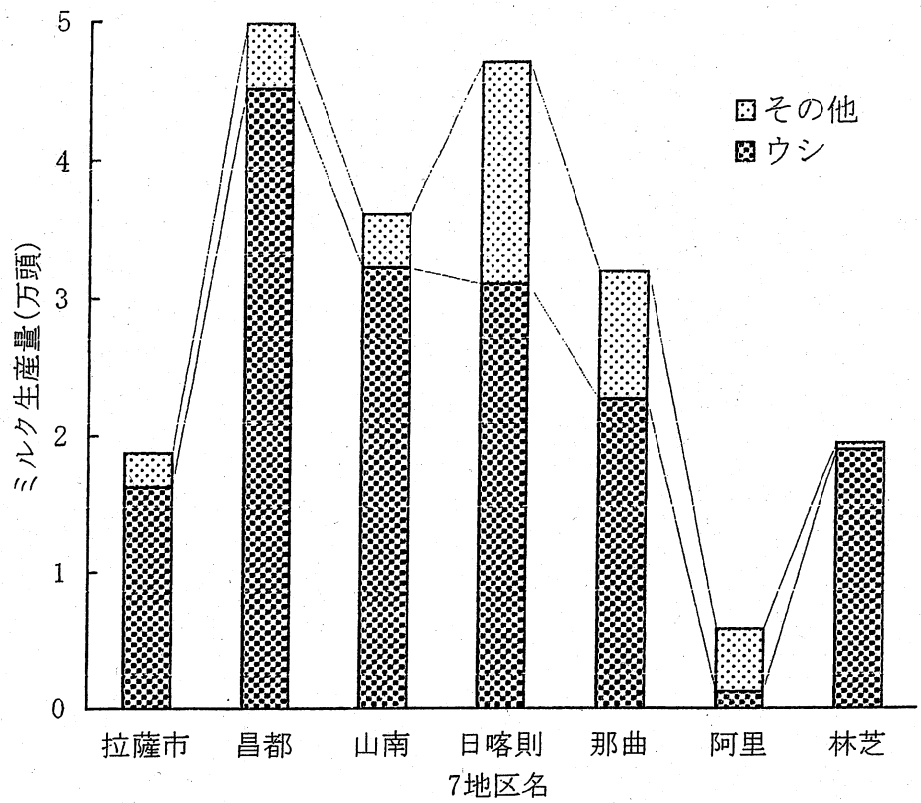


図 41 チベット自治区 7 地区におけるウシ(スイギュウとヤクを含む)、その他の家畜の 1999 年のミルク生産量。  
(西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑 2000』)



合が高く 91%にもなっている。昌都地区は牛肉生産でもチベット自治区で最も高く、ウシを生産活動に有効に利用している成果のたまものである。また、前にも述べたように、統計上のウシに含まれる、ウシ、スイギュウ、ヤク、ウシとヤクの雑種の割合が明らかではないが、昌都地区ではミルク生産にウシとヤクの雑種が多数利用されている可能性がある。この点について、さらに、詳しく検討する必要がある。

#### 8-5. 羊毛とカシミアの生産

チベット自治区における羊毛とカシミアの生産は、ここ 20 年間ほとんど変動していない。1999 年の生産量は、羊毛が 7940 トン、ヤギの毛が 1450 トン、カシミアが 640 トンである(図 42)。生産された羊毛のうち、最上質の細羊毛は 1.1%、上質の半細羊毛は 65.5%、その他が 33.4%を占めている。

中国において、カシミアの生産量は 1986 年の 3470 トンから 1996 年の 9585 トンまで 2.8 倍に急増している。これは、1990 年代初めからカシミア需要が世界的に急増し、価格が急騰したためである。中国におけるカシミア生産は、内モンゴルと山東省が主体であり、それぞれ 3534 トン(全体の 36.9%)と 1527 トン(全体の 15.9%)のカシミアを生産している。チベット自治区では、中国全体のカシミア生産の 6.2%を生産している。カシミア生産の急増は、主に、内モンゴルと山東省におけるカシミアヤギの頭数増加によってもたらされたものである。ところが、1995 年を境にカシミア需要は急速に低下している。その最大の原因はカシミアの品質の低下であると言われている。10 年ほど前から中国で急増したカシミアヤギの中には在来のヤギとの交配種が多く含まれていたためである。他の生産国でも同様のことが起こっていたと言われている。

カシミアは、初冬季に防寒用としてカシミアヤギに生えてくる内毛であり、それを不要となる春先に漉き取る。カシミア・ウールの毛は、長さ 3~7 センチメートル、やわらかく、滑らかで、光沢にとみ、強靱さを特徴としている。そのきわめてうすく軽い仕上がり、しなやかな質感、希少価値などから、古くから毛織物の最高級品とされてきた。もともと、このような最高級品はチベット高原で生産されたカシミアに限られていた。古くからチベット高原で生産されたカシミアは、中国ではなくて、インドのカシミール(Kashmire)に集められ、製品化されていた。高級な

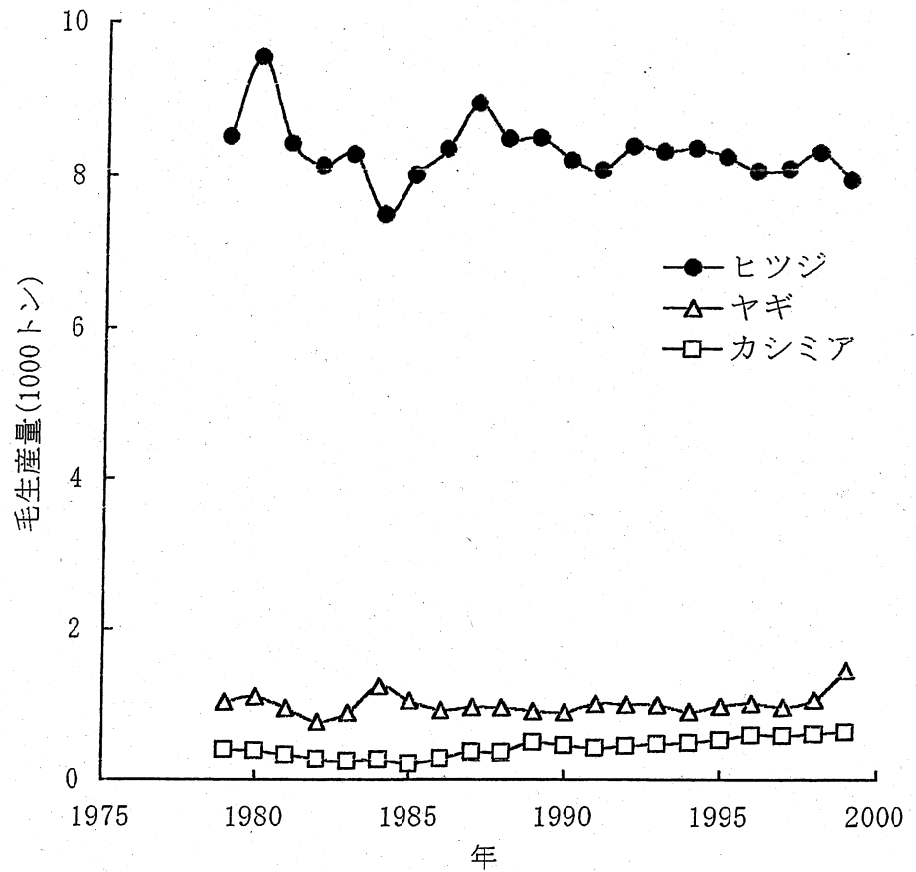


図 42 チベット自治区におけるヒツジ、ヤギ、カシミアの毛生産量の1979～1999年の推移。  
 (西藏自治区统计局編、『西藏統計年鑑2000』)

毛織物はパシュミナ(Pashmina)と呼ばれていたが、18世紀になってヨーロッパ人の珍重するところとなり、カシミア(Cashmere)と呼ばれるようになった。カシミアールでは、現在も、標高の高い寒冷な地域で生産された、チベット産のカシミアが最高級品として評価されている。標高が低く、湿潤で、植生の豊かなところで生産されたものは、毛が太くなり、粗雑な品質になると言われている。中国における過去10年間のカシミア生産の急増は、まさしくこのような質の悪いカシミアを生産していた訳である。逆に、チベット高原産のカシミアが見直される時期がくるであろう。自治区チベット自治区では、西部の阿里地区がカシミア生産の中核をなしている(図43~45)。

## 9. 飼料生産

### 9-1. 青刈り飼料の生産

チベット自治区では、冬期間の貯蔵飼料として、青刈り飼料が生産されている。作物栽培の畑地を家畜の飼料生産に使用している訳である。普通は、オオムギかエンバクを本来の時期より遅らせて播種し、秋に緑の葉が残っているうちに刈取り、乾燥して貯蔵する。

チベット自治区における青刈り飼料の栽培面積は、多少の年次変動があるが、ここ5年間を平均すると4440haである(図46)。単収の5年間の平均は1.04トン/haであり、両者から求めた1年間あたりの生産量は4620トンである。

チベット自治区の7行政区で比較すると、1999年は昌都地区で突出して高く、青刈り飼料の栽培面積は2940haである(図47)。1999年のウシの頭数で生産量を割ると、チベット自治区全体ではウシ1頭あたり0.87kgの青刈り飼料を生産していることになるが、昌都地区だけではウシ1頭あたり2.25kgの青刈り飼料を生産していることになる。昌都地区は牛肉生産とミルク生産がチベット自治区の中で最も高く、青刈り飼料の生産を含めて、ウシの飼育技術が非常に進んでいると考えられる。多分、四川省に隣接していることが、このような飼育技術の改善と関連しているのであろう。

### 9-2. 雑草エンバクの収穫

チベット高原では、オオムギとコムギが広く栽培されているが、畑の中にかなり

図 43  
カシミアヤギから金  
櫛でカシミア・ウール  
を漉き取っていると  
ころ。

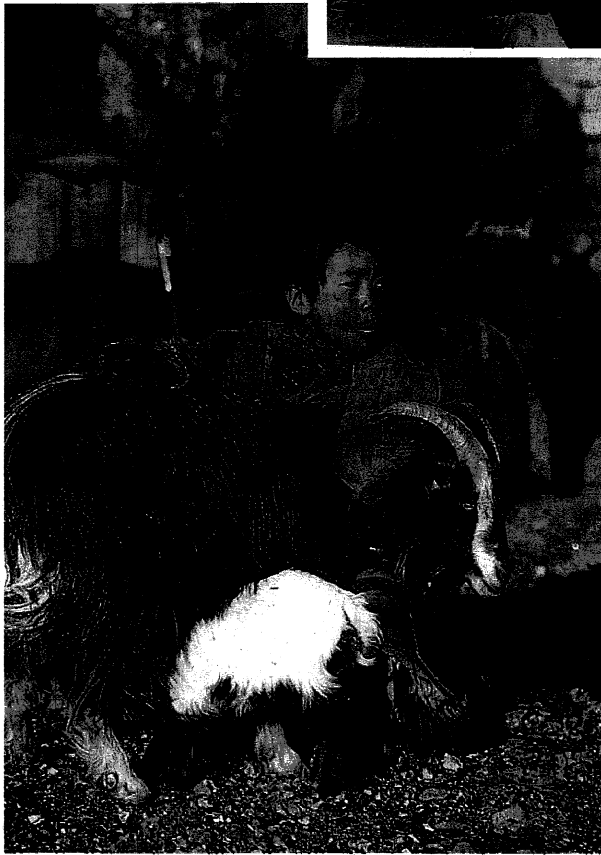
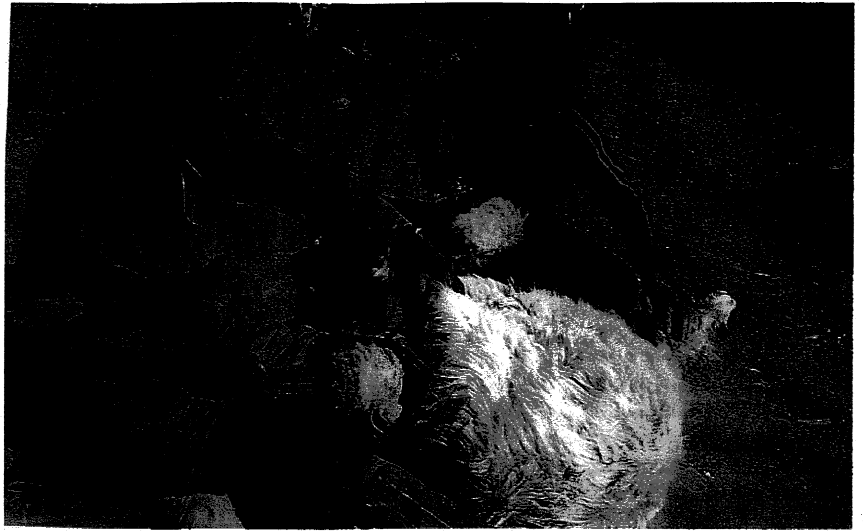


図 44 カシミアヤギの親子。長い外  
毛を持つており、非常に小型  
のヤギである。

図 45  
漉きとられたカシミ  
ア・ウール。これで 1  
頭から漉きとる量の半  
分である。



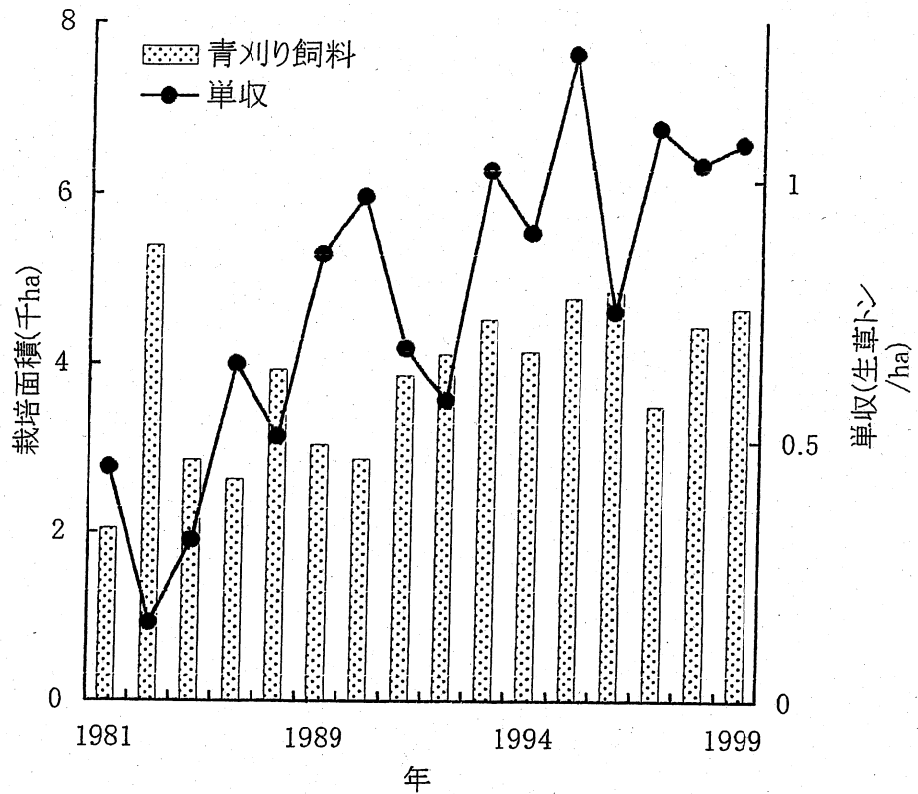


図 46 チベット自治区における青刈り飼料の栽培面積と単収の1981～1999年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

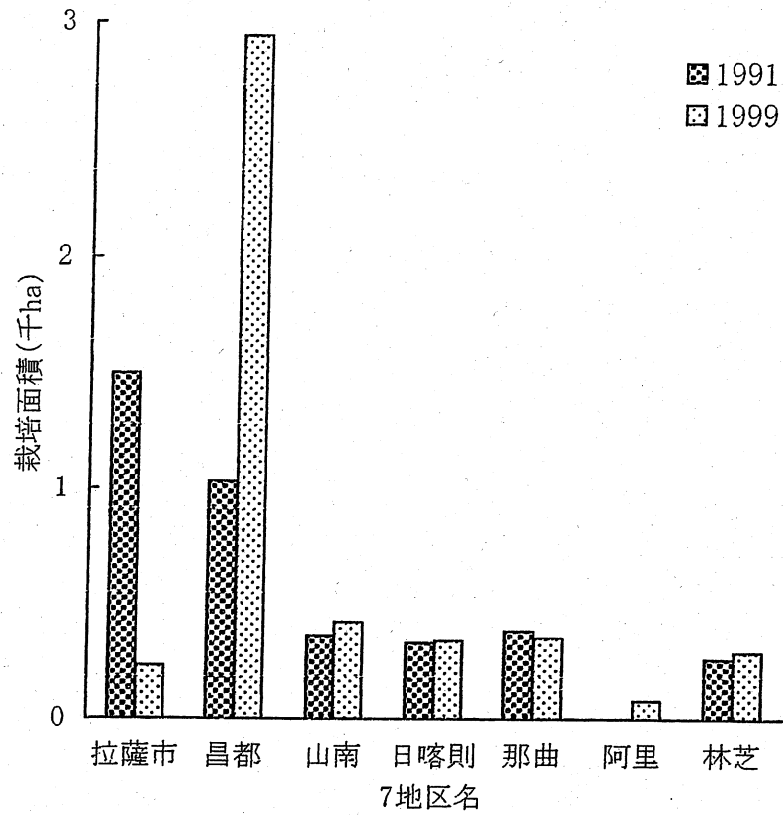


図 47 チベット自治区7区における青刈り飼料の栽培面積の1991年と1999年の比較。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏統計年鑑2000』)

の雑草が混じっていることが多い。雑草の中でも、とりわけ雑草エンバクが目につく。ほとんどすべての畑に混在していると言っていいほどである。チベットの人々はこの雑草エンバクを有効に利用するために、むしろ、畑に残していると言った方がいいかもしれない。ムギが当熟してくる頃になると、農民は、総出で畑へ行き、雑草エンバクを抜きとる。これを集めて、根についている土を小川で洗い落とす。さらに、株の根元、根が生えている少し上のところを、ナタのような刃物で切り落とす(図 48~50)。これを束ねて、家へ持ち帰り、軒先にひろげて乾燥させる。雑草エンバクの茎葉がみずみずしい緑を保っている時の収穫だけに、素早く乾燥させると、最上質の乾草を作ることができる。これを越冬用の飼料として貯蔵している。このように雑草エンバクを利用するので、畑にかなりの雑草エンバクが入っていても、チベットの農民はまったく気にかけない。むしろ、青刈り飼料専用の畑を確保できない農民にとっては、この雑草エンバクは貴重な飼料となっている。

### 9-3. 草地の灌漑面積

草地の灌漑面積は、昌都地区、日喀則地区、拉薩市で急増している(図 51)。1999年の灌漑面積はそれぞれ 26 万 ha、23 万 ha、7 万 ha である。チベット自治区全体でも、1991 年から 1999 年までに草地の灌漑面積は 3.7 倍に増加している。前に述べたように、昌都地区では、牛肉やミルク生産を高めるために、草地の灌漑面積を多くし、草地の生産を増加させる努力をしているのであろう。

### 9-4. 利用可能な草地面積と囲い込み草地面積

チベット自治区における利用可能な草地面積は、1990 年までは 5500~5900ha で推移していたが、1991 年は 4100ha に落ち込んでいる(図 52)。いずれにしても広大な草地面積がチベット自治区に存在している。草地の放牧管理を評価するために、家畜単位という指標が使用される。家畜単位の計算には、ヒツジ 6 頭をウシ 1 頭として計算する。1991 年のチベット自治区における家畜単位は 862 万頭であり、1999 年は 861 万頭と、8 年間で変化していない。この水準がチベット自治区において飼養できる最大の家畜頭数であろう。この家畜単位と利用可能な草地面積から計算すると、家畜単位 1 頭あたりが利用できる草地面積は 4.76ha である。標高が高く牧草の生産性が低い分、家畜単位 1 頭あたりが利用できる草地面積が広がる

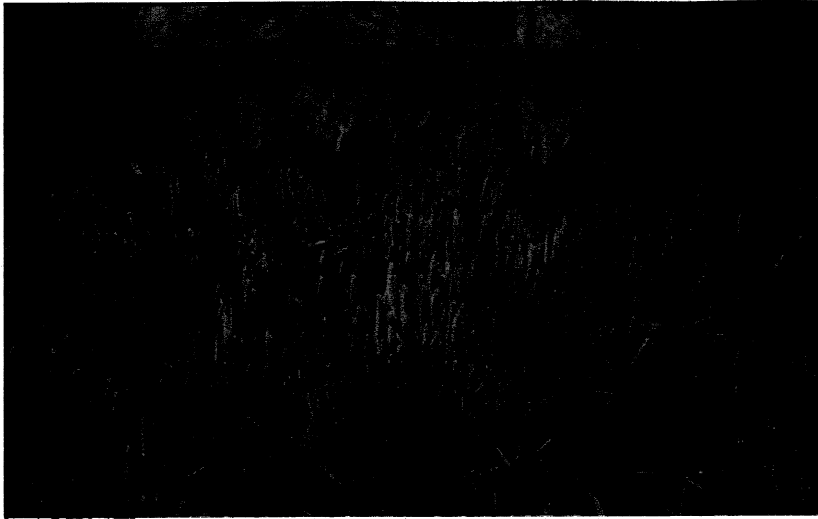


図 48  
拉薩谷の雑草エンバクが混じっているコムギ畑。

図 49  
畑の雑草エンバクはムギの収穫前に手で抜きとり、根を水洗いする。

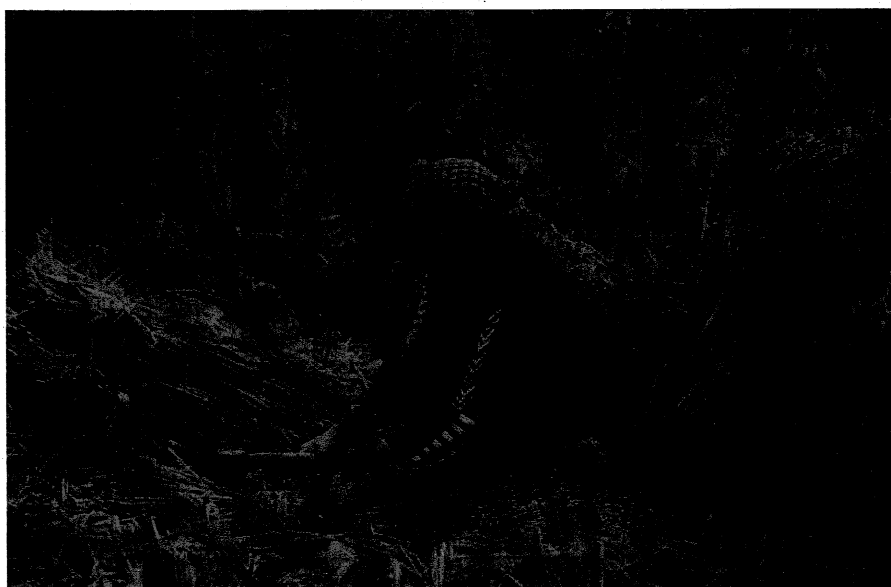


図 50  
根を水洗いした雑草エンバクから根と株の基部を切り落とす。これを家を持ち帰り、乾燥させ、越冬用の飼料にする。合理的な雑草の利用である。このような利用のため、チベットの農民は雑草取りをしない。



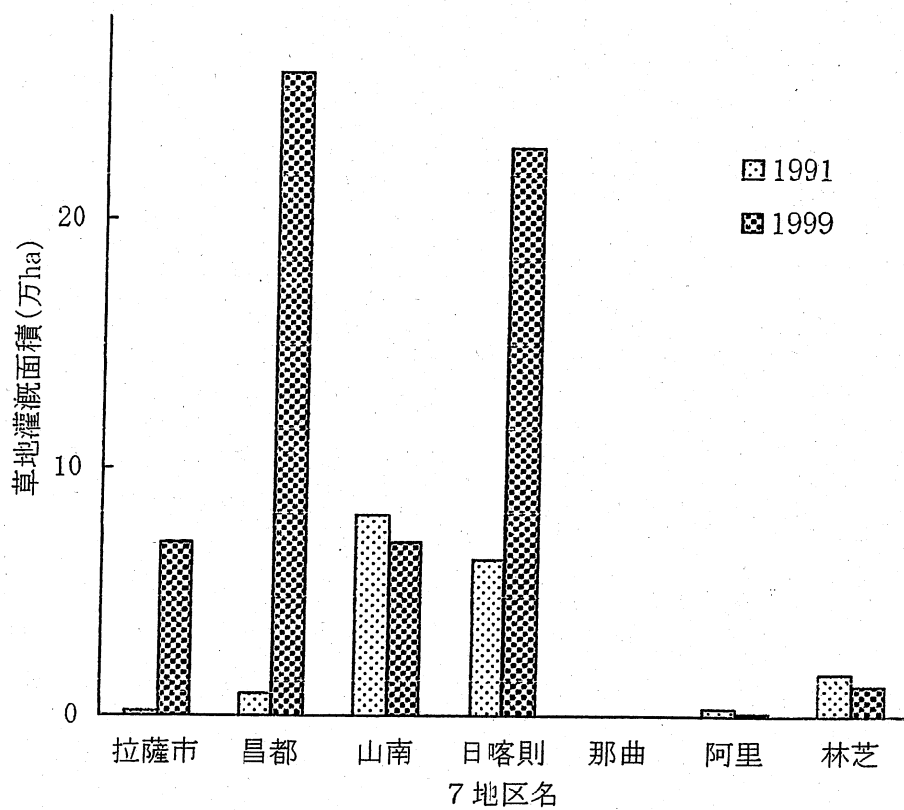


図 51 チベット自治区 7 区における草地の灌漑面積の 1991 年と 1999 年の比較。 (西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑 1992』、『西藏統計年鑑 2000』)

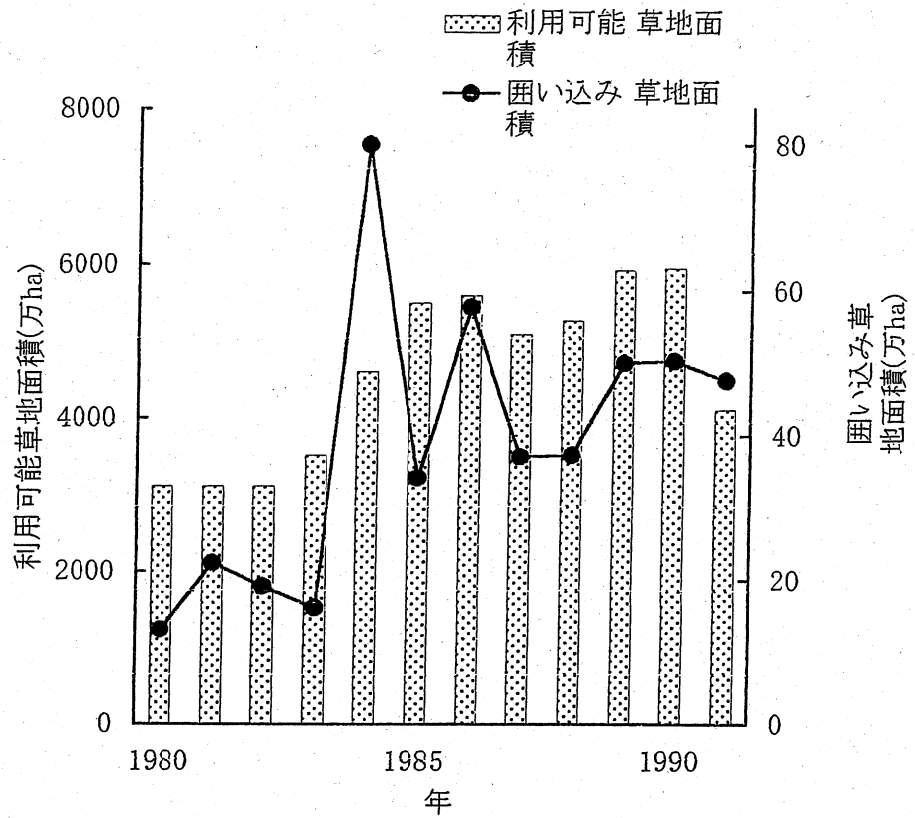


図 52 チベット自治区における利用可能草地面積と囲い込み草地面積の 1980~1991 年の推移。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑 1992』)

のは当然であろう。

草地の囲い込みは、夏の間家畜を排除して草地を保護し、その草を冬に食べさせるために、チベット高原では古くから行われてきた。チベット自治区では、1982年に人民政府を解体して草地を農民に分配したために、1984年に80万1000haの草地が囲い込まれた。しかし、家畜の移動の不自由さや分配の不公平さなど、囲い込みの弊害が反省されて、その後は大きく変動している。1991年の囲い込み草地面積は47万7000haである。家畜単位1頭あたりが利用できる囲い込み草地面積はわずか0.055haにすぎず、越冬用の草地面積としては十分ではない。

チベット自治区の7行政区で比較すると、1991年の利用可能草地面積は那曲地区が突出して高く、2580万haであり、チベット自治区全体の63.0%を占めている(図53)。囲い込み草地面積も那曲地区で高く、30万haであり、チベット自治区全体の63.7%を占めている(図54~56)。

#### 9-5. 草地・畜産研究所

チベット自治区において草地・畜産分野を研究し、技術を普及している西藏自治区日喀則地区草原工作站を訪問して、実情を見聞する機会を得たので、以下にその概要を記しておく。

このステーションは、1984年に設立され、現在、技術者10名(中級職のエンジニア5名と畜牧師3名、その他2名)と現場スタッフ35名が研究、技術普及に従事している。組織は以下の5部門からなっている。

- a) 牧草栽培試験場
- b) 牧草種子の採種基地
- c) 飼料加工場
- d) 種豚場
- e) 乳牛場

#### a) 牧草栽培試験場

約140haの試験圃場で、主に、マメ科牧草の栽培試験を行っている。アルファアルファの栽培が全体の80%を占めている。他には、スイートクローバ (*Melilotus* 属)、サインフォイン (*Onobrychis viciaefolia*、紅豆草)、エンバクを栽培している。

現在普及しているアルファアルファ品種は甘粛農業大学で育成されたものである。

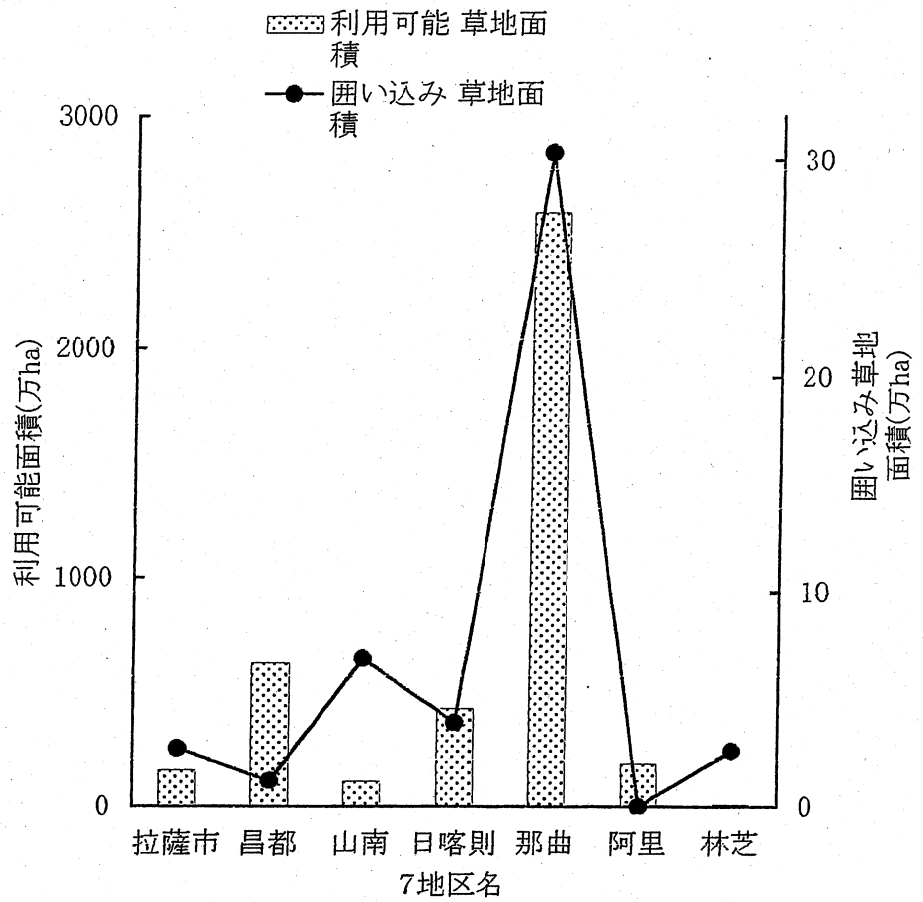


図 53 チベット自治区 7 地区における利用可能草地面積と囲い込み草地面積の 1991 年の結果。  
 (西藏自治区統計局編、『西藏社会経済統計年鑑 1992』)

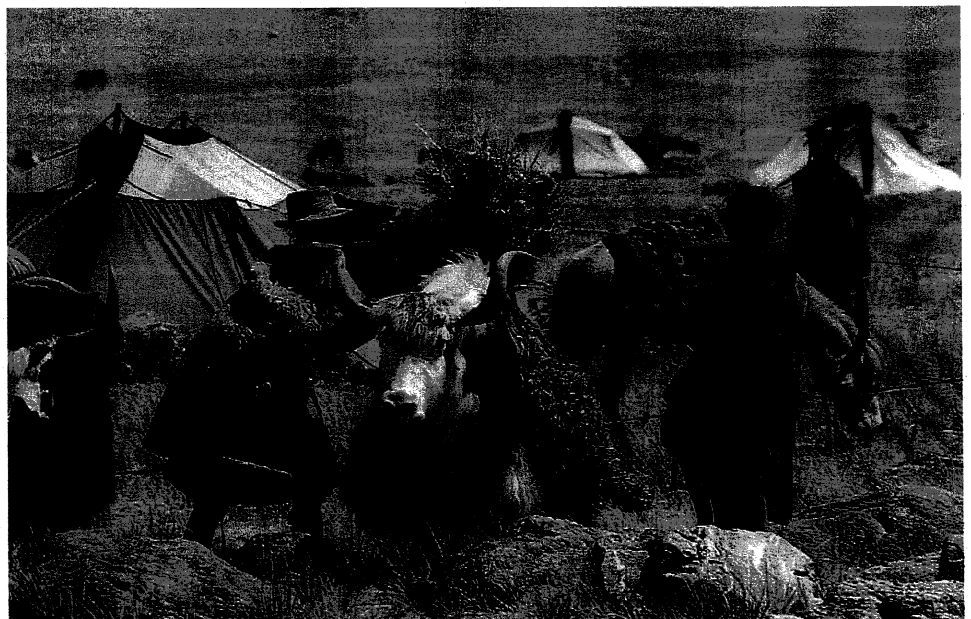
図 54  
草を刈取る女性



図 55  
囲い込まれた草地。平坦で  
牧草の生長の良いところ。  
秋に牧草を刈取る。



図 56  
農民が乾草をヤク  
の背に積み込  
むところ  
(Goldstein and  
Beall, 1990)。



このステーションの試験圃場で栽培したところ、平常は生草で2600トン/10aの収量をあげることができる。北海道の標準収量のほぼ半分であり、かなり高い収量であると判断される。アルファルファ以外の種子はいずれも外国から導入したものである。1998年にカナダとデンマークから導入したエンバク品種の中で、非常に生産性の高いものが見つかり、目下、普及を検討している。

このステーションでは、各地に試験圃場を設置して栽培試験を行ってきた。その結果、マメ科牧草は標高の高いところ、普通、4100m以上では栽培が難しいことが判明した。そこで、農民には、標高3000~3800mでの栽培を奨励している。4000m以上のところでは、中国在来のイネ科牧草である、披碱草 (*Elymus dahuricus*) や老芒麦 (*Elymus sibiricus*) の栽培を奨励している。

また、越冬用飼料の貯蔵を農民に普及することも、このステーションの重要な任務となっている。所員が、地区の農牧局の担当者と共に、6月から村を回ってオオムギ、コムギのワラを貯蔵するように指導している。それと、雪害時の緊急連絡網を整備し、監督することも、このステーションの任務の1つとなっている。

このステーションでは、1986年からサイレージ用のトウモロコシの栽培に取り組んでいる。甘粛農業大学が育成した中京2号がこの地域に適しており、生草で5000トン/10aの収量をあげることができる。日喀則地区では地域を指定して、飼料生産基地を建設する計画を進めており、その構想では、トウモロコシ・サイレージの生産が主体となる予定である。農民にはこれまでのところ普及していないが、基地を中心として栽培が広がる可能性が高い。ただし、トウモロコシ栽培を普及する上で障害となっているのが、10元(140円)/kgのいう高い種子代と、50kg/10a(チッソとして約10kg/10a)以上投入しなければならないチッソ肥料の経費である。

#### b) 牧草種子の採種基地

ここでは約230haの草地(大半がアルファルファ栽培)で牧草の種子を採種している。種子は、チベット自治区から補助金が出ているので、日喀則地区の農民に無料で配布している。牧草の種子に対する農民の要望は非常に強く、生産が追いつかない状況である。特に、雪害(次章に述べる)に対処する手段として牧草栽培が普及しだしてから、アルファルファの種子に対する需要が高くなっている。アルファルファ栽培の前は、オオムギやエンバクを栽培していた。アルファルファは、欧米で

は『牧草の女王』と呼ばれており、広く栽培されている。ちなみに、中国の牧草関係の本では『牧草の王』と翻訳されている。中国の長い歴史で、女帝は良いことをしたためしがないことから、『女王』という言葉は嫌われているらしい。日喀則地区の農民もアルファルファの持つ高い生産性や栄養価に気づきだしたようである。

#### c) 飼料加工場

種子を採種している草地から牧草を収穫し、乾草を調整している。そのうちの約60%を粉砕し、のこり40%の乾草と混合して圧縮製品(ヘイウェーハ)を630トン作っている。この製品は、雪害時の救済用飼料として農民に提供している。1995年と1997年の雪害では、日喀則地区の最も被害の大きかった郷では、所有しているヤクとヒツジの総頭数の40%が死亡してしまった。このステーションで貯蔵している救済用飼料も、雪害の規模が大きいと対処できない。

#### d) 種豚場

チベット自治区が導入した種豚を管理している。1985年に、浙江省から導入した長白猪の種豚2頭と、アメリカから導入したデュロック種(桂洛克)の種豚2頭と雌2頭が基礎となっている。デュロック種を導入することで、成長の早さと体型の大型化を試みた。長白猪の導入は成長の早さの改善である。しかし、純粋種は死亡率が高いことが判明したので、一代雑種の生産を普及している。現在、広く利用されているのは、在来の雌豚に長白猪を交配することである。人工授精にも取り組んでいる。

#### e) 乳牛場

1986年、シンメンタール種50頭を外国から導入した。同年に、パンチェン・ラマが新疆ウイグル自治区から、新疆ブラウン(ブラウン・スイスだと思われる)を100頭導入し、そのうちの50頭をこのステーションが引き受けた。これらのウシを利用して在来のウシの改良に取り組んでいる。現地への適応性の高いのは、地元の雌ウシに新疆ブラウンを交配してできた雑種個体である。なお、このステーションは担当していないが、近年、農民が他省からホルスタイン種を導入して飼育している。頭数は年毎に増加している。

以上、ステーションのことを記してきたが、草地の管理についても聞き取ることができた。日喀則地区では、人民公社を解体する時に、村または村より小さい草原組(連戸)を単位として草原を配分し、農家ごとには配分しなかった。配分されたそ

それぞれの草地について草地管理委員会が組織され、管理や利用方法を取り決めている。この地区の草地植生は比較的良好な状態で維持されている。それは、農家に個別に配分しなかったことが大きく影響している。

また、畑の耕起に拉薩地区ではゾーを利用していることが多いのに、この日喀則地区ではウシが多いのはどうしてか、という日本側の質問に対して、単純に習慣の違いであるという答えがかえってきた。しいて言えば、ゾーの方が購入価格が高いことと、冬期間にたくさんのエサを食べるので、日喀則地区では敬遠されているとのことであった。

## 10. 牧民の定住化

### 10-1. 雪害

家畜単位 1 頭あたりが利用できる囲い込み草地面積や貯蔵している青刈り飼料は、冬を越すうえで十分な量とは言えない。むしろ、突然の降雪に対処するための貯蔵飼料であると見なした方が適切である。と言うのは、チベット高原では、古くから、突然の降雪により多数の家畜が餓死している。この突然の降雪による家畜の餓死を『雪害』と呼んでいる。被害が一番深刻なのは、10 月上旬の突然の降雪である。と言うのは、この時期、大半の家畜が標高の高い夏の放牧地に居るからである。農民は、冬期間の不足する飼料を補うために、できるだけ長い期間、夏の放牧地に家畜を置こうとする(図 57~59)。そこに突然の降雪があると、低い土地に降りることができなくなり、また、夜間の冷え込みが雪の表面を凍結させるので、家畜は草を食べることができなくなり、やがて餓死にいたる。このような頻発する雪害に対処するために、草地の囲い込みが地方政府によって奨励されている。

地域によっては、5 年に 1 度の割合で、その地域全体で飼育している家畜の 10% 程度を失っている。被害は均一に起こる訳ではないので、ある家族ではすべての家畜を雪害で失ってしまうということになる。結婚して、新たに家庭を持った若い夫婦は、より辺境の放牧地を利用することが多く、この雪害の被害を受けることが多いと言われている。

また、農業生産請負制となって、個人の責任で家畜生産を行うようになってから、被害は深刻化している。人民公社時代は、大量の越冬用飼料を確保していたことと、家畜の移動が広範囲に渡っていたので、雪害の被害は比較的小さかったと言われて





図 57

雪中に放牧されているヤク。ヤクは、雪の表面が凍結しなければ、鼻先で雪を押しつけて、その下の牧草を食べることができる (西藏旅遊編集局、1999)

図 58

雪中に放牧されているヤギ (Goldstein and Beall, 1990)。



図 59

雪中で休息しているヒツジ (Goldstein and Beall, 1990)。

いる。ところが、個人経営となって、狭い放牧地しか確保されていないので、これでは雪害に対処することは不可能である。地域あるいはかなり大きな集団で取り組むべき問題である。

## 10・2. 遊牧民の定住化

雪害に対処する有力な手段として、また、牧民の生活環境、健康、子供の教育などの現状を改善するために、県政府(日本の町村に相当)は牧民の定住化を推進している。遊牧が主体の那曲地区や阿里地区では、チベット自治区政府の後押しもあり、定住化政策が進行している。この定住化政策は、道路建設と密接に関連している。

中国解放軍が拉薩を制圧したのは1959年であり、この時点で、チベット自治区内には、まともな道路と呼べるのは、2大都市である拉薩と日喀則を結ぶものだけであった。その後、中国政府は多額の資金を投入して道路を建設した。北部では、青海省の省都である西寧から拉薩にいたる青蔵公路が建設された。また、東部では、拉薩から林芝を経て、昌都、さらに四川省の省都である成都に連なる道路が建設された。これらの幹線道路が完成した後、さらに、枝分かれ状に道路が建設されていた。

30数年前の遊牧地帯では、道路がないので物資の運搬はもっぱらヤクに頼っていた。このような状況下では、建材を数100kmも運ぶことはできないので、住宅を建設するということが不可能であった。標高が4000m以上と高く、幹線道路から離れた遊牧地帯では、定住家屋を持っている牧民は一人もいなかった。仏教寺院ですらもテント張りであった。

ところが、道路が建設されると、このような状況は一変した。チベット高原における物流を根底から覆してしまったのである。それまで入手できなかった、木材やセメントなどの建材を運送してくることが可能になったのである。標高の高い遊牧地帯には木はまったく生えていないので、すべてを外部から買い入れなくてはならない。このような状況の変化を受けて、県政府は10数年前からこぞって遊牧民の定住化を促進するようになったのである。

チベット遊牧民の伝統的生活習慣が、定住化によって破壊されてしまうのではないかと、という危惧も指摘されている。しかし、県政府の見解は、次のように明確である。遊牧地帯は標高が高く、牧草の生産性も低いので、現在の自然条件下ででき

ることは牧畜しかない。牧民は、四季により草地を使いわけているが、住宅を作るのは冬と春の草地がある場所である。住宅を作ったとしても、そこに住むのは冬から春までの6~7ヵ月であり、夏と秋はやはりテントを張り、ヤクやヒツジを追って遊牧生活を送ることになる。そこで、住宅を作ったとしても、牧民の冬の居住環境が変わるだけであり、遊牧という生活習慣はこれまでと同じように続けていくことになる。

チベット自治区の定住化政策には、牧民のための家造りだけでなく、家畜のための畜舎と、雪害に対する牧草地の造成も含まれている。というのは、牧民はテント暮らしをしていますが、ヒツジのために簡易畜舎を作ってやるが多かったからである。厳寒期になって畜舎にヒツジを収容しておくと、分娩時の事故が減るのである。それだけ、ヒツジは寒さに弱いと言うことである。

#### 10-3. 4 配套

チベット高原において、定住化政策は、『4 配套』と呼ばれている。以下のような4項目について改善しようという目標を掲げているからである。

- ①牧民の住居の建設 ..... 人命の保護
- ②家畜の畜舎の建設 ..... 家畜の保護
- ③牧柵による草地の囲い込み ..... 飼料の確保
- ④飼料作物の栽培畑の造成 ..... 飼料の確保

チベット高原では、4 配套は 1970 年代から始まっていた。最初は、経済力のある牧民が個人の力で4 配套を実現させた。その利点を周辺の牧民も認めることとなり、次第に広がっていった。やがて、県政府も政策として4 配套を実施するようになった、というのが実情である。現状では、早くに4 配套を実現した牧民は豊かになり、そうでない牧民との経済格差が広がっていると言われている。ここにも、改革解放路線の歪が出てきている。

4 配套は、牧民の生活を向上させるのであるから、大いにやればいいのであるが、問題は資金である。県政府の予算では、毎年わずかの牧民にしか援助できない。そこで、外部に資金協力を要請せざるをえない状況になっている。日本などの外国からの援助も要望されている。日本政府も積極的に協力してほしい、と言うのが著者の希望である。

ただ、4 配套の中で、飼料作物の栽培畑の造成だけは、考え直す必要がある。その理由は、チベット族の牧民には農耕技術と農業機材がないことと、環境破壊のおそれがあるからである。牧民は、牧草栽培に必要な耕作道具、訓練された家畜を持っておらず、牧草種子の確保にも問題がある。また、もともと表土が浅いのに、そこを耕作して、管理が行きとどかない場合、土壌流亡と言う深刻な環境破壊が発生する恐れがある。この点については、さらに検討を加える必要がある。

## 11. おわりに

1999 年と 2000 年の 2 年間、チベット自治区のいろいろなところを見て回ることができた。農民や牧民と触れあう機会も多かった。彼等はいつも親切であり、外国人を警戒することはない(図 60~62)。突然、訪ねて行っても、あたたかく受け入れてくれた。共同作業でムギを脱穀しているところに行った時は、お酒を勧められ、断るのに苦勞するほどであった。無事に調査旅行を終えることができたのも、そんなやさしいチベット族の農民、牧民のおかげである。ここに心から感謝の意を表したい。

## 12. 引用文献

- 1) 西蔵自治区統計局編 (1992): 『西蔵社会経済統計年鑑 1992』.中国統計出版社、北京.
- 2) 西蔵自治区統計局編 (2000): 『西蔵統計年鑑 2000』.中国統計出版社、北京.
- 3) 中国統計局編 (1997): 『中国統計年鑑 1997』.中国統計出版社、北京.
- 4) 中国農業部著(菅沼圭輔訳) (1996): 『中国農業白書-激動の'79~'95』.農山漁村文化協会.
- 5) 白石和良 (1997): 『中国農業必携-ワイドな統計、正しい読み方』.農山漁村文化協会.
- 6) 稲村哲也・本江昭夫・山本紀夫・蘇鳳鳴・楊中芸 (2000): チベットにおける農業と牧畜の現状. 愛知県立大学文学部論集, 第 49 号, 1-21.
- 7) 谷 維恒編(1999): 『西蔵風光』. 中国旅遊出版社、北京.
- 8) 洛桑旦達・湯正琪編(1997): 『中国西蔵-阿里』. 中国旅遊出版社、北京.
- 9) 多 哇・更桑協熱布編(1989): 『果洛』. 青海民族出版社、西寧.

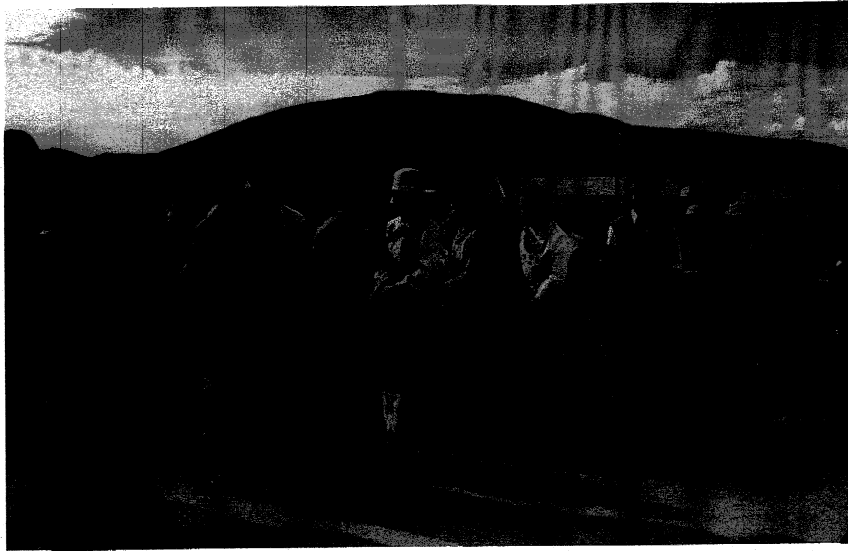


図 60  
お客さんを出迎える  
チベットの農民達。

図 61  
お客さん  
には歓迎  
の印とし  
てカタ(白  
い布)をプ  
レゼント  
する。

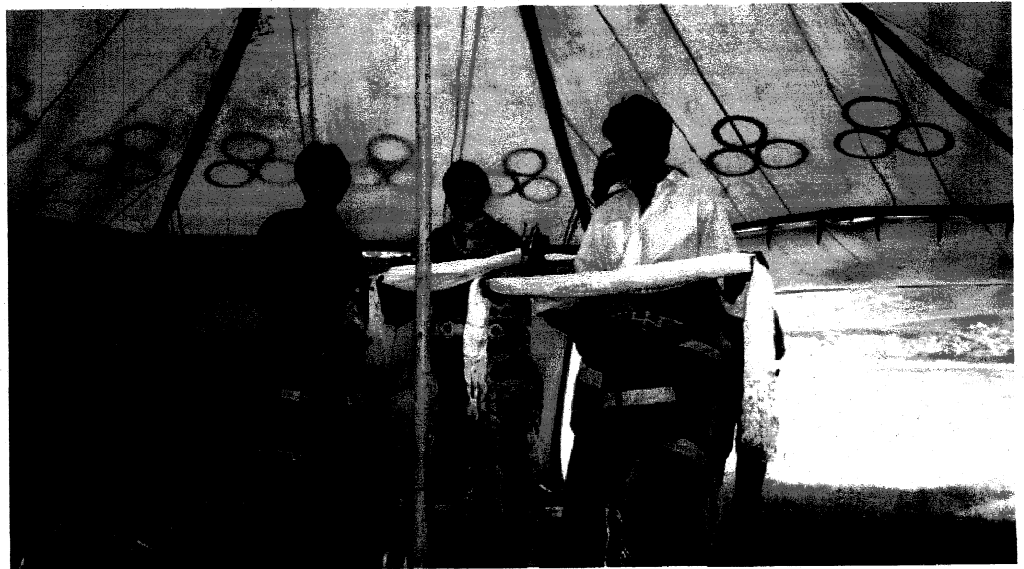


図 62  
お客さんをもて  
なす歓迎宴。肉料  
理とパンと酒が  
ならんでいる。高  
山病の時は酒は  
禁物である。

- 10) Goldstein, M.C. and Beall, C.M. (1990): "Nomads of Western Tibet".  
University of California Press, Berkeley.
- 11) 高 登義編(1999): 『雅魯藏布大峽谷』. 中国三峡出版社、上海
- 12) 西藏旅遊編集局編(1999): 『西藏旅遊』. 西藏旅遊編集局、成都.

## 第4章 ツァンポ川流域の農業と栽培植物

### 一チベット高原における環境利用の一断面

総合研究大学院大学先導科学研究科 山本紀夫

#### はじめに一チベットは牧畜社会か？

チベットは、しばしば「世界の屋根」と形容されるように世界で最大の高原であり、その形容どおりの広さと高さをもつ。面積は、おおよそ380万平方キロメートルで、日本の10倍あまりにおよぶ。また、チベットの大部分が高地に位置しており、富士山の頂上より高い標高4000メートルあたりの高地でも村や町がある。そして、これらの村や町をつなぐ道路も標高5000メートルを超えていることが珍しくはなく、その高原の彼方には標高6000メートルから7000メートルの雪山もつらなっている。

このように述べてくると、チベットは寒くて荒涼とした高原だけが広がり、そこでは寒さに強いヤクなどの放牧に依存した暮らししか不可能なように思われがちである。そのせいか、これまでチベットを牧畜社会であるかのような報告をしている記録が少なくないが、実際にはチベットでも農業が行われている。とくにチベット南部を流れる大河、ツァンポ川流域には大規模な農耕地帯が広がっている。そして、チベットの人口の大半はこのツァンポ川流域の農耕地帯に集中しているのである。

それでは、このツァンポ川流域の農業はどのようなものなのだろうか。また、ツァンポ川流域では、どのような作物が栽培されているのだろうか。じつは、これらの疑問に対する答えはほとんどない。そのような研究や報告がほとんどないからである。チベットの研究そのものは古くから少なくないが、それは言語や宗教など一部の分野に限られており、農業や牧畜などの生業に関する研究はきわめて乏しいのである。

そこで、ここでは1999年および2000年の二回にわたって実施したチベット調査のうちからツァンポ川流域に焦点をあて、そこで観察することのできた農業と栽培植物について報告する。ただし、チベットでの調査は制約が多く、また調査の方法も自動車で毎日移動するものであったため、いわゆる定着調査は行い得なかった。その意味では十分な調査とは言い難いが、ほとんど資料の得られない地域で

の調査であることを考えれば、本報告の資料的価値は高いと判断する。そのため、観察した記録を、できるだけ、そのまま報告することにしたい。

調査地域は先に述べられている通りであるが、本稿の対象は農業および栽培植物なので、農業を行わず牧畜だけを専門にしている牧畜村が多い那曲地方については扱わない。また、農業を行っている地域でも、しばしば半農半牧のようなかたちで牧畜も行っているところが少なくないが、この牧畜については稲村報告にゆずり、ここではもっぱら農業に限定して報告することにしたい。なお、1999年も2000年も調査を実施したのは9月のことであったが、これは現地ではちょうど収穫時期にあたっており、高度によって収穫の前後の状態も見ることができた。おおまかに言って、1999年はツァンボ川の上流域（チベット西部）、2000年は下流域（チベット東部）を踏査したので、記述もこの順序にしたがって行う。

#### 拉薩（ラサ）周辺地域

標高約3600メートルのラサは、周囲を険しい山に囲まれた盆地に位置している。その周囲の斜面は方位によって植生が異なり、草地のところもあれば、灌木林になっている斜面もある。ただし、この斜面に耕地は見られず、耕地はすべて平坦地にある。ラサから空港のある曲水あたりまで高度はほとんど変わらず、標高3600メートル前後であるが、そこでの主な作物はオオムギおよびコムギなどのムギ類である。ラサ周辺だけでなく、チベットの農耕地帯では全域にわたってムギ栽培が大規模に行われている。そのため、各地でムギの収穫作業が見られたし、しばしば村あげての収穫も行われていた（図1、図2）。

このムギ栽培が、どれくらいの割合で行われているのか、それを具体的に見てみよう。ラサから西に18キロメートル地点にあるサンモ村での例である。ここは戸数が約300戸、人口は1350人、チベット族が暮らす村であるが、耕地の内訳は以下の通りである。（単位のムーは、15分の1ヘクタール）

オオムギ	1500	ムー（49%）
コムギ	1450	ムー（47%）
その他（アブラナ、マメ、ジャガイモ）	106	ムー（4%）
合計	3056	ムー

このサンモ村の例では耕地の90パーセント以上をオオムギやコムギなどのム



図1  
チベットの主  
作物のひとつ  
オオムギ。ラ  
サ近郊での収  
穫風景。

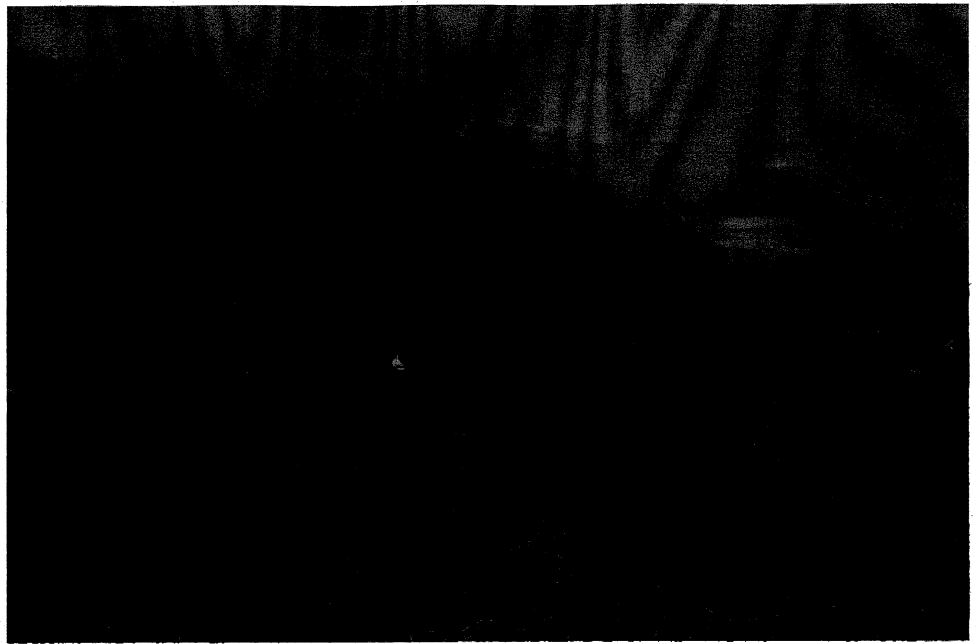


図2  
チベットのもう  
一つの主作物、  
コムギ。シガツ  
ェ付近、収穫が  
近い。

図3  
ラサの市場風景。  
高地にある市場  
とは思えないほ  
ど多種類の作物  
が売られている。



ギ類が占めているが、これは例外ではなく、チベットではどこでもムギが主作物となっている。ただし、伝統的な色彩の濃い地域ではオオムギが中心になるのに対して、自給的な農業を脱してゆくにつれてオオムギ栽培が減少する傾向があるようである。そのような例をラサから東に約10キロメートルに位置するリン村で見ることができる。ここは、戸数が52戸、人口は213人の村である。そこで栽培されている主要な作物とその栽培面積は以下のとおりである。

コムギ	350	ムー (63%)
オオムギ	70	ムー (13%)
その他 (アブラナ・ジャガイモ、大根)	130	ムー (24%)
合計	555	ムー

これらの数値からは、サンモ村に比べて、リン村ではオオムギ栽培の割合が少なくコムギ栽培が多いこと、さらにムギ類以外の作物栽培もかなり大きな割合を占めていることなどの特色を指摘できるであろう。このような二つの村における違いは、現金経済の浸透の程度によるようである。それというのも、リン村はラサに近く、商品作物への比重が高くなっているからである。じつは、リン村でも人民公社時代にはオオムギを中心に栽培していたが、それが農業請負制になってからコムギ栽培への比重が高くなり、ジャガイモや大根などの蔬菜類も換金作物として栽培するようになったのである。

ラサ周辺の農耕地帯で印象的なものは、この換金作物の栽培である(図3)。換金作物の栽培は、ラサのほかにはごく一部地域に限られるので、ここで、これらの換金作物について述べておこう。換金作物として目立つのは、新大陸産のジャガイモおよびトウモロコシである。このうち、トウモロコシの導入は新しく、まだ栽培を始めて四年目だと言われる。政府が貧困対策としてトウモロコシを導入されたと言われ、もっぱら換金作物として利用されている(図4)。農薬や肥料も国家が支給している。農民は自分たちで食べることはあまりなく、ほとんどはラサに持って行き、そこで売るとされる。トウモロコシ栽培には灌漑が必要であり、初年度の収穫は悪かったが、今年から大規模に栽培を開始したとされる。

この地域におけるジャガイモの栽培は1940年代あるいはもっと以前からとされる。実際に、トウモロコシと比べればジャガイモ栽培はチベット各地でみられ、かなり広く栽培されている模様である。そのためか、ジャガイモはマーケットで売



図4  
ラサ近郊のトウモロコシ畑。比較的近年になって栽培が始まったと言われる。

図5  
ラサ近郊でのビニールハウスによるナスの栽培。ラサで売られる換金作物。



図6  
ツァンボ川流域のオオムギ、ジャガイモ、大麻の畑。向かい側の斜面でもオオムギの栽培されている階段耕地が見える。

られている農産物の中心的な作物になっている。ただし、主食になっているわけではなく、しばしば副食として利用される。貯蔵しておき、冬に食べることもある。調理方法は、ふつう、ゆでて、塩だけつけて食べる。

ジャガイモ栽培のための肥料には、尿素に加えて人糞も使われる。また、ジャガイモと大根を混植すると大きな大根が得られるとされ、しばしばジャガイモの畝の隣の畝には大根を植えている光景が見られた。このような畑では最初にジャガイモを収穫し、そのあと大根の収穫が行われる。なお、トウモロコシの播種は3月、ジャガイモや大根の播種は7月であると言われるが、9月でもジャガイモや大根の収穫はあちこちで見られた。

もうひとつ、換金作物の栽培で注目すべきことは数多くのビニールハウスの利用である(図5)。このビニールハウスの利用は10年くらい前から始まり、現在ではラサの都市周辺でかなり普及しているようである。ここで栽培している作物は、わたしが見た限りではナス、トウガラシ、カボチャ、大根などの蔬菜類であった。作物の売却は10年ほど前から自由になったとされることから、このビニールハウスの普及は作物の売却の自由化と大きな関係がありそうである。作物の売却は、ラサの市場で行われる。

#### 曲水(チューシュイ: 空港近く)から尼木(ニーム) → 日喀則(シガツェ)

ラサから曲水にいたるラサ川ぞいの平坦地ではコムギ栽培が目立つが、尼木(標高3730メートル)あたりから乾燥が激しくなり、植生は乏しく、地肌がむきだしになっているところが多くなる。川の流域近くには灌漑が施されているようで、そこでは耕地が見られる。大半はオオムギ畑であるが、一部にジャガイモや大麻の畑も見られる(図6)。

標高3800メートルあたりから上部は谷が狭くなってV字谷を形成、道路は谷底を走り、傾斜が急なためか耕地はほとんど見られない。一部では砂漠と言っても過言でないほど乾燥した景観もあり、ラサ周辺とは大きく異なった環境となる。ただし、谷底の低い部分のみは階段耕地として利用され、そこではオオムギを中心としてアブラナなども栽培されている。

標高3860メートル(北京から4812km地点)で、コムギ、アブラナのほかに、開花が終わったばかりで朱色の花をつける普通ソバ(チベット語でチャクラ

一と呼ぶ) の栽培も見られるようになる(図7)。ソバだけの畑のほか、麦畑の中にソバ畑が点在している光景も少なくない。ラサ周辺ではソバ栽培は見られず、後述するようにラサから東の部分でもソバ畑はまったくない。ラサから西にむかうにしたがって乾燥化が激しくなることから、この気候上の特色とソバ栽培は関係している可能性がある。

ヤルツァンポー川は次第に川幅が大きくなり、1～2キロメートルほどになる。河原も広くなり、そこには大規模なオオムギ畑が展開している。チベットに対する一般的なイメージとは大きく異なり、ここは大穀倉地帯といった印象を与えるほどの大規模な耕地が連続している。おそらく、ツァンポー川の水を利用した灌漑農耕であると考えられる。農家も2階建ての大きなものであり、窓にはガラスが入り、窓枠も美しく彩色してあって、豊かな感じを与えるものである。

シガツェまで約70キロメートルあたりから砂漠といってもよい乾燥した景観が増え、砂丘も多くなる。現地で得た情報によれば、このあたりではトウモロコシも栽培されているらしいが、実りが悪く茎葉とともに飼料として利用するといわれる。

#### 日喀則(シガツェ)から定日(ティンリー)へ

シガツェ(自動車の距離計による距離5862km、以下同)は、ツァンポー川とその支流のニャンチュ川の合流点近くの標高3900メートルに位置するチベット第2の都市であるが、その町を出ると平坦な高原地帯が広がっている。一部にアブラナが見られるが、耕地の大部分を占めるのはオオムギであり、ちょうど収穫中のものもあった。

シガツェから20キロメートルあたりから平行した山脈のあいだに高原地帯(幅は10キロメートル以上)が広がってくる。標高は約4000メートル前後で右側に走る山脈は雪山もあり、その雪解け水を利用した灌漑が行われている可能性がある。オオムギ中心の耕地がつづき、アブラナやコムギの栽培も一部で見られる。オオムギ畑の中にエンバクが混じることがあるが、これは栽培しているものか、それとも雑草として混入しているのかは不明。

シガツェから38キロメートル地点(5900km)で、これまでは見られなかった比較的大きなソバ畑(100m×200mくらい)が出現する。オオムギを中

心とし、コムギやアブラナの栽培がつづく。シガツェから約50キロメートル地点(5914 km)、標高約4000メートルでも依然として広い麦畑がつづく。コムギは完熟していて収穫が近いらしいが、オオムギの大半の穂はまだ緑色である。そのオオムギは成熟のステージにかなり大きなバラツキがあり、いくつかの品種を混植している可能性がある。多種類の品種栽培による収穫の危険分散がはかられている可能性も考えられる。

標高4000メートル以上になると耕地はほとんど姿を消し、山の斜面も緑がうすくなる。ところどころでイネ科植物(*Stipa* sp.?)を見かける程度で、樹木はまったくない。高原(荒原)といった感じの景観が5918 kmから22 kmあたりまでつづく。ただし、支流の谷沿いでは麦畑が見られることから、これは高度によるものではなく、むしろ水が利用できるか否かに関係しているようである。

実際に、このあと標高4050メートル(5922 km)では再びオオムギやコムギの耕地があらわれ(エンバクも見られたが雑草としての混入の可能性はある)、それは標高4330メートル(5948 km)まで連続して見られ、標高4300メートルあたりではオオムギの収穫の最中であった。標高の低いところでは(4000 m以下)ではオオムギの栽培は改良品種が中心になっているが、高地部に行くにしたがって在来品種が増え、生育状況がかなり異なる。一部地域では(5937 km、標高4150 m地点)ではオオムギ畑の中にエンドウの栽培、ジャガイモの栽培(5938 km、標高4150 m)も見られた。ジャガイモ栽培は標高4330メートル(5948 km)でも見られたが、このジャガイモは高さが50センチにも及ぶ高い畝を作って栽培していた(図8)。

標高4480メートル(5952 km)で峠を越えるが、上記の4330メートルから上では耕地は見られず、峠付近ではクッション・プランツが目立つ。この峠を下り、再び麦畑が出現するのは標高4100メートルあたり(5960 km)からである。このことから斜面方位によって作物栽培の上限はかなり異なると考えられる。標高4100メートルあたりではオオムギだけではなく、畑の中にはコムギやアブラナも混じる。

標高4030メートル(5990 km)にザッツオという100戸くらいの集落があり、そこからは再び登りとなるが、斜面が急峻なせいか耕地はまったくない。標高4700メートルあたり(6018 km)ではヤクがあらわれ、ヤクを飼うた

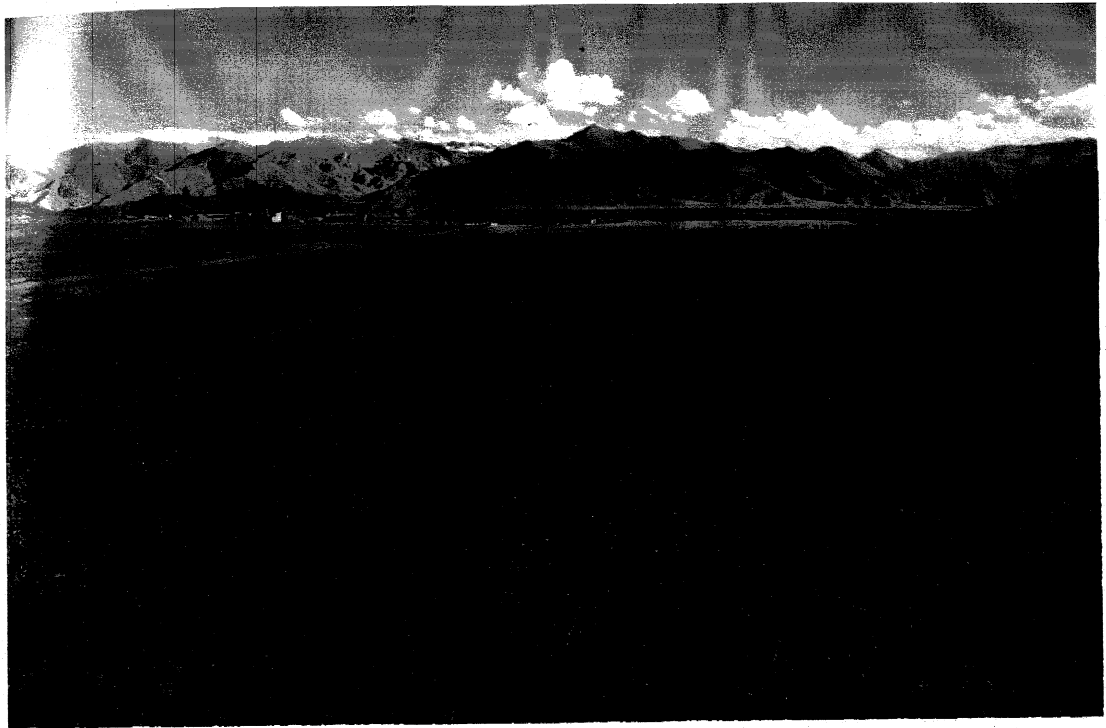


図7 0831 朱色の花をつけたソバ。乾燥したチベット西部の高地部で目立つ。

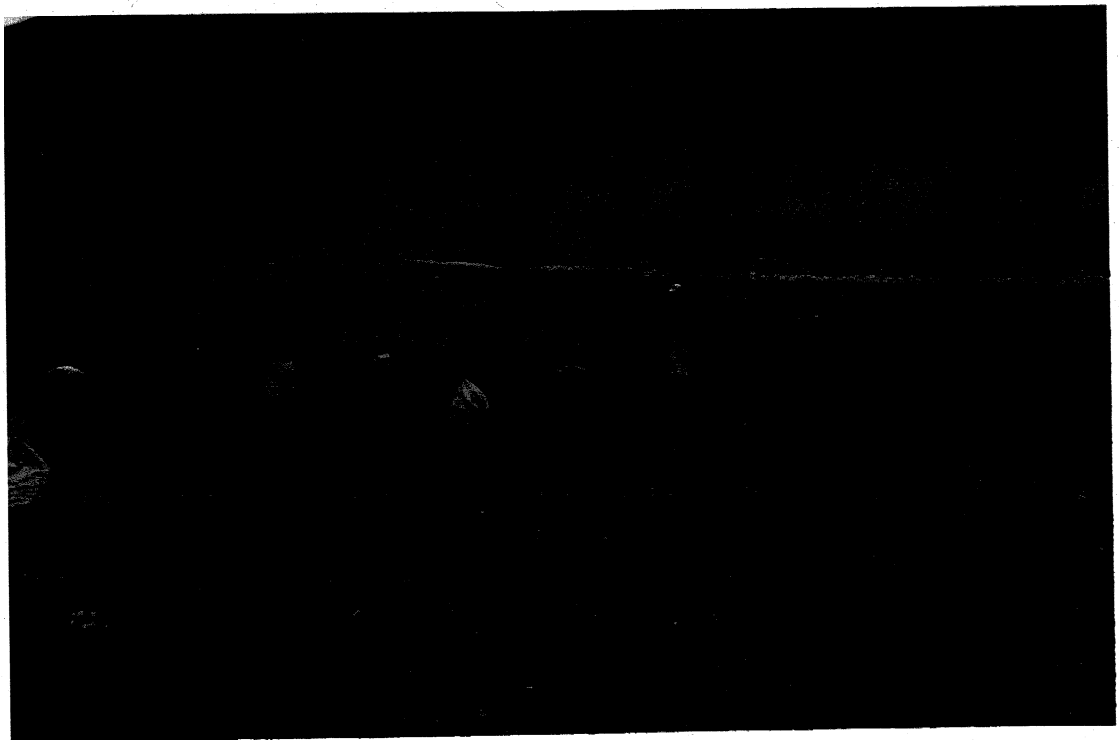


図8 ティンリー地方でのジャガイモの収穫風景。ジャガイモの栽培は拡大している。

めのテントも見られる。このヤクは標高5000メートルあたりまで見られるが、そのあたりがヤク飼育の上限のようである。実際に、標高5100メートルでは植物もまばらにしか見られず、露出した地肌が目立つので、草地帯の上限と考えてもよさそうである。このあと登りがさらに標高5220メートル(6021 km)の峠までつづく。

峠をくだって最初に耕地があらわれてくるのは標高4550メートル(6054 km)である。ここには南面斜面に50戸ほどの集落があり、家の周囲の石垣囲いの中にオオムギ、ジャガイモ、アブラナなどの畑が見られる。この石垣は、高地ゆえの寒風を避けるためのものであると判断される。この集落から少し下った標高4530メートルでは大きな麦畑も見られ、すでに収穫の終わった麦を積み上げている光景も見られた。ただし、これらの麦が食用なのか、それとも飼料用なのは不明であった。標高4450メートルまでくぐるとオオムギの収穫はほとんど完了していた。

#### 定日 (ティンリー) から樟木 (ゼンムー) へ

ティンリーは標高4330メートル(5195 km)にあり、そこからはずっと谷間の高原地帯となっているが、あちこちで灌漑による麦の栽培を見かける。大きな村も通過(5223 km)、軍隊や病院、学校もある集落(5232 km)などもある。「麦畑のあるところ、大きな集落あり」という印象を受ける。100戸くらいの大きな集落もある。たとえば、6145 km地点で見た集落は約50戸ほど、家屋はアドベ造りの2階建て、白壁と黒く塗られた窓枠が特徴的である。また、屋根の上には大量の牛のものらしい糞が乾燥してあった。

ただし、山の斜面に耕地は見られず、耕地はすべて川ぞいの平坦地に限られ、そこには集落も見られる。所々で放棄された集落もあるが、その近くの高台に新しい集落がみられることから、これらの放棄された集落は洪水あるいは浸水によるせいかもしれない。いずれにしても川筋から500メートルほど離れると、集落がなくなる。このことは、ここでの人びとの暮らしが全面的に川の水に依存していることを物語っている。

このあたりで見られる耕地はいずれも麦の畑で、収穫中あるいはすでに収穫が完了していた。たとえば、ニラム県満布郷普仁村(標高4400 m、6178 km地



点)では収穫後の耕地をゾーによって耕作していた。この普仁村は40戸300人ほどの集落で、オオムギ、エンドウ、アブラナ、ジャガイモを栽培している。オオムギは青刈りしたものを干し草にしてゾーの飼料として利用する。

普仁村に隣接する西木(シムー)村(6183 km地点)ではオオムギとエンドウの混植の見られるが、これはマメの根粒バクテリアによる窒素固定の可能性がある。オオムギはアブラナと混植することもあり、オオムギだけの単作より混植の方が収量は良いと考えられている。なお、西木村ではヤクによる耕作が行われていたが、6198 km地点ではヤクおよびゾーによる耕作も見られた。

普仁村あたりから30キロメートルほど(6206 km地点あたりまで)集落が非常に多くなる。20戸くらいの小さい集落から、60戸くらいの大きいものまで、様々な大きさの集落が次々にあらわれる。また、その集落は高台にあり、おそらく灌漑のせいで畑は川沿いに位置しているのであろう。小さな集落でも畑は大きく、1 kmにわたって畑がつづくことも珍しくはない。

標高4500メートルあたりが農耕の上限らしく、畑地はほとんどなくなり、それともなって集落も姿を消す。標高4800メートルあたりでは地肌がむきだしになっている部分も多くなり、植物は乏しい。これはネパール・ヒマラヤにおける植生との大きな違いである。印象としては、このあたりの高地の景観はヒマラヤより中央アンデス高地のそれに近い。乾燥のせいか、イネ科の植物が多く、植生も貧弱である。植物が乏しいせいか、放牧されている家畜も少ない。このような状態が標高5050メートルの峠(6228 km)までつづく。ただし、峠付近では1000頭ほどの移動中の羊の大群を見る。

峠からは一気に高度をさげ、ネパール側に下ってゆく。標高4780メートルまで下ると放し飼いされている数頭の牛を見かける。この付近まで下ると植物がかなり見られるようになり、この植物を利用しての牛飼育であろう。ただし、全体としてはまだ乾燥が激しく、周囲は茶褐色の世界である。その中で多数の山羊が飼われている。標高4600メートルまで下ると、川に水があらわれ(伏流水による?)、川幅は2~3メートルくらい。この谷底のみに植物は見られるが、斜面は乾燥していて植物はほとんどない。

標高4480メートルまで下ると、初めての集落があらわれる。戸数は20戸ほどで、麦の収穫はすでに完了しているが、ジャガイモやアブラナ、そしてネギなど

を栽培中である。峠から14キロメートル、高度差で570メートル地点（標高4480m）より10キロメートルくらいにわたって麦畑がつづき、現在収穫中の畑のほか、すでに収穫のすんだ畑も少なくない。この間に集落も点々と散在している。

標高4130メートル（6264km）地点で、かなり大きなジャガイモの畑があり、その一部ではヤクを使った収穫も行われている。標高4000メートルまで下ると、大規模な階段耕地が見られるようになり、チベットのな景観ではなく、ネパール・ヒマラヤらしい景観を示すようになる。そして、このあと急峻な溪谷地帯に入り、やがてツガの優占する森林地帯となる。

### 山南地区での農業の状況

ラサの東方に位置する澤当（ゼダン）で農業普及員より山南地区における農牧活動について貴重な情報を得たので、その中から農業に限って以下に報告する。

・栽培面積は45万ク（1ク=1.67ムー）で、その内訳は以下のとおり。

春播きオオムギ	22万ク
冬播きオオムギ	1万ク
秋（冬）播きコムギ	17万ク
アブラナ	4万ク

・農業専業はなく、平均すると4～6頭のヒツジを所有。

・肥料は化学肥料を使う

・農耕暦

オオムギ	播種	秋播き	10月初旬～末
		春播き	3月中旬～5月末（品種によって生育の早いものと遅いものがあり、早いものでは60日、遅い品種は140日かかるため、生育の遅い品種は早く播く）
	収穫	秋播き	6月末～7月初旬
		春播き	6月末～8月末
コムギ	播種	冬播き	10月～11月末（遅い品種は12月に播種、気候・土壌条件などによっても異なる）
		収穫	8月1カ月間に集中

アブラナ 播種	3月中旬から
収穫	7月末～8月 (品種によって異なる)

・オオムギ品種

オオムギの品種は、育成(改良)品種と農家(在来品種)に2大別される。育成品種は春播きで、10種類以上の品種がある。このうち、ヒマラ19号および蔵青(ゾーチン)80号および320号などの2、3品種が中心となる。蔵青85号は草丈が低く、茎も丈夫なので倒伏しにくいので中心品種にしたい。ラサにあるチベット農業科学院は蔵青シリーズを育成、シガツェでも育成。山南でもサンセイ・シリーズを育成しているが、中心品種にはなっていない。さらに四川から導入した品種もある。改良品種は全体の65%から75%を占めるが、標高4000メートル以上の高地では育成品種は広がらず、秋播きの在来品種が中心となっている。この在来品種は数え切れないほどの多数の品種があるといわれる。そのため、ラサと山南地区ではオオムギの在来品種を遺伝子銀行で保存している。

・灌漑について

灌漑は全体の50%を越える地域で実施しているが、水が不足しているため40%ほどは灌漑なしで栽培している。そのため、降雨量が不足する時は干ばつなどの被害を受けることがある。このような時は降雨を待つて播種することもある。先述したオオムギの生育期間が60日から140日と大きく異なるのも、水不足による影響も大きい。乾燥に強いソバの栽培には灌漑を必要としないが、だからといってオオムギからソバへの栽培の転換はない。オオムギが主食になっているからである。

・栽培の上限

秋播きコムギ	4000メートル以下 (普通は3000～3700m)
春播きコムギ	4200メートル
アブラナ	4000メートル以下 (早生のものは4400mまで栽培可能)
春播きオオムギ	4000～4600メートル (普通は4500m以下、それ以上は牧草としての利用)
ジャガイモ	4100メートル (これ以上でも栽培は可能だが、収穫が低すぎて経済的にみあわない) 標高3000～4100

0メートルのあいだでは1クあたりの収量は1トン、実験的には3トンまで可

ちなみに、標高4400メートルから5000メートルの高地は基本的に牧畜のために利用(冬・春は4400メートルあたりに定住し夏から秋にかけては標高5000メートルの高地に移動する)

・トウモロコシ栽培について

1970年代から栽培を始めた。初めは畑のまわりで栽培していたが、1990年代から本格的に栽培が普及。食用と飼料用の2種類ある。

トウモロコシの栽培面積の大きい地域は、1) 林芝地方、2) ラサ周辺、3) 山南地区である

・農業の問題点

チベット全体としては食糧は不足しておらず、むしろ余っている。山南地区では3億2千万キンの食糧を生産(ひとりあたり1000キンの食糧自給)。問題点としては生産構造の改善や生產品の加工、新しい品種の導入などがある。とくに、生産加工技術の導入が求められている。たとえば、ソバの生産加工が成功すれば国際市場や国内市場が拡大し、栽培も拡大する可能性がある。ジャガイモでもチップなどの加工技術の開発が望まれている。

今年の雨期は早くに始まり、雨量もかなり多かったが洪水などは生じておらず、被害は局地的である。むしろ、水不足が問題である。チベットにおける降水量は平均で380~400mmで、しばしば干ばつが深刻な問題となる。

澤当(ゼェダン) から加查(ジャツァ) へ

ゼェダンはツァンポ川中流域に位置しており、その付近の標高3500メートル前後の川ぞいには収穫の終わった麦畑が展開している。標高が低いせいか、麦畑の中にはジャガイモやソラマメも栽培されている。また、ビニールハウスが目立つ。

しかし、標高4200メートルあたりまで登ると耕地はまったく見られなくなる。標高4100メートルでもオオムギやエンドウがまばらに栽培されているという状態で、標高4150メートルは基本的に放牧地といった印象を受ける。このように、チベット東部では西部地域に比べて農耕の上限がきわめて低い。逆に牧畜は低いところでもさかんに行われており、標高4300メートルあたりでヤク数十頭、

4500メートルあたりでヤク、ゾー、ヒツジの放牧、とくにヒツジは数百頭はいるものと見られる。峠は標高約4800メートルにあるが、まわりの雪山の融水のおかげか湿原状になっているところが広く、そこでも家畜の放牧が行われている。

峠をくだって、標高4300メートルあたりで耕地があらわれ、集落も見られるようになる。耕地には開花中のアブラナも見られる。標高4200メートルまで下ると、耕地のほとんどはオオムギおよびアブラナである。この高さでのアブラナはちょうど開花中であったが、標高4000メートルまで下ると、花の時期は終わり、結実していた。

標高3800メートル、曲松(チュソン)に到着。ガソリン・スタンドや学校がある一方で、伝統的な家屋も多く、新旧が入り交じった町である。町は三つの川の合流点にあり、高台には古い王宮跡があることなどから、ここがかつては重要な拠点であったことがうかがえる。周囲の浸食された谷は階段耕地として利用され、灌漑をほどこしたオオムギ耕地となっている。浸食された谷を登ると標高3900メートル前後の高原地帯となるが、そこにも広大なオオムギの栽培地帯が広がる。オオムギの畑のなかには紫色の穂をもったものやエンバクなども混じっている。

標高4100メートルで灌木帯となるが、標高4300メートルではまだ集落が見られ、階段耕地ではムギが栽培されている。しかし、農耕の上限はこのあたりで、このあと標高4600メートルの峠までほとんど畑はなく、この峠から加査側の斜面でも標高4100メートルあたりまで耕地はない。これらのことからチベット東部での農耕の上限は標高4100～4300メートルあたりであると考えられ、それはチベット西部と比べてかない低い。その理由は明らかではないが、家畜が多いことから、農業より牧畜に比重をおいた生活が営まれている可能性がある。

標高約4000メートルから標高3150メートルの加査までの谷間の斜面はほとんどがムギの耕地で占められていると言って過言ではない。ただし、熟期が異なり、標高3500メートル以上ではまだ未熟であるが、標高3400メートルあたりでは収穫の真っ最中、そして標高3300メートルあたりでは収穫がすでに完了しているといった状態にある。

## 拉薩(ラサ)から林芝(リンジィ)へ

林芝はラサからほぼ真東、標高2950メートルに位置する町である。ラサから

は、まず標高4800メートルの峠を越えなければならない。この斜面では標高4000メートルあたりまででは谷底部分でムギ作やわずかばかりのジャガイモ耕作が見られる。先述したチベット西部と比べて、このチベット東部で特徴的なことは森林が多いことであり、標高4000メートルを超すとヤナギやマメ科の灌木が密生している光景を見る。また、そこでは樹高が4～5メートルに達する白樺も見られ、人為的な手が入らない限り、標高4000メートル前後における本来の植生は灌木帯あるいは森林帯であった可能性がある。なお、斜面方位によって植生は異なり、南向きの斜面は灌木、北向きの斜面は白樺が優占する。

もうひとつの特徴は、農業が4000メートルあたりまでの高度でしか行われておらず、そのかわりに牧畜がさかんに行われていることである。実際に、標高4000メートルを超すと耕地はほとんど見られず、ヤクなどの放牧が見られる。たとえば、標高4100メートルでは50～60戸からなる集落があり、耕地は集落付近の南面斜面に限定されるが、標高4150メートルになると耕地は見られず、ヤク用のテントが5張り、標高4200メートルでも畑はまったくなく、平坦な谷底部分にみられる草地帯もヤク飼養に利用されている。そして、標高4300メートルでも、4400メートルでも、さらに標高4500メートル、4600メートルでも、いくつもの家畜飼養用のテントが見られ、ヤクやヒツジなどの放牧が行われているが、耕地は見られない。

このような状況は、標高4800メートルの峠を越えて林芝側に下った斜面でも変化はなく、標高4300メートルで数戸くらいの集落を見るが、そこに耕地はなく、峠からこの集落までも耕地は見られない。この地域を含むチベット東部はチベット西部に比べると雨量が多いらしく、標高4000メートルを越す高地でも緑が濃い。おそらく、そこで栽培できる作物はあるはずであるが、まったくの放牧の世界となっている。これは、麦栽培には雨量が多すぎるが、放牧には適していることなどによるものと思われる。いずれにしても、チベットの東部と西部では農耕の上限が数百メートルも違うことは、チベットにおける生業が地域によってかなり大きな差違があることを物語るようである。

標高4100メートルあたりでも斜面によっては樹高が2～3メートルの灌木が密生しているところもあり、そのなかに麦畑が出現してくる。標高3900メートルまで下ると針葉樹（樹高2メートルくらい）や白樺（樹高3メートルくらい）

もあらわれ、その森林の中でヤクやゾーの放牧が行われている。標高3800メートルあたりから以下のように集落が目立ち始める。3800メートルで50～60戸、3700メートルで約30戸、3650メートルで約20戸、3620メートルで約30戸、3550メートルで数戸、3450メートルで20戸くらい、3520メートルでは川向こうに大きな集落あり。このあとも集落が次々にあらわれ、その集落の規模も大きくなる。

この集落で特徴的な点がひとつある。それは、標高3400メートルあたりを境として、その上下で家屋の構造が異なることである。標高3400メートルより上では、チベットの高地で普通に見るように平坦な屋根をもち、その屋根の上で農作業が行えるようになっている。ところが、標高3400メートル以下まで下ると、家屋の屋根が切り妻になっている(図9)。その周囲には白い旗をたてたタルチョーなどもあり、ネパール・ヒマラヤのシェルパの家屋でも見ているような感じである。このような家屋の変化はチベット東部では雨が多いことを物語るのであろう。

とにかく、林芝地方には集落が多く、またその集落の規模も大きい。その理由としては、当該地方が牧畜や農業だけでなく、林業にも従事しており、経済的に豊かだからであろう。実際に、標高3400メートル以下では完全な森林地帯になり、途中の集落では材木屋があったし、材木を積んだトラックがラサにむかう光景もしばしば見かけた。さらに、林芝地方はリンゴの産地としても有名であり、道路わきでリンゴを売る光景も目にした(図10)。とにかく、いずれの光景も一般的なチベットのイメージからはほど遠いものであり、冒頭で述べたようなチベットが荒涼とした高原の世界だけではなく、広大な農業地帯もあれば、美しい針葉樹でおおわれた森林地帯もあることを認識しなければならないのである。

### チベット農業の特色—むすびにかえて

以上の報告でも明らかなように、チベットは牧畜社会だけでなく、農耕社会もあり、しかも、その農耕社会は一般に考えられているほど小さなものではない。たとえば、チベットの中心地であるラサなども農耕を基礎にした大都市である。ただし、この農耕社会は地域的にはほぼチベットの南部、ツァンポ川の流域に集中していることが特徴的である。さて、それではチベットでは農耕社会がなぜツァンポ川流域に集中しているのか。この疑問を明らかにすることはチベット農業の特色を明らか



図 9 標高3000メートル以下の林芝まで下ると雨が多くなり、家の屋根は切り妻となる。

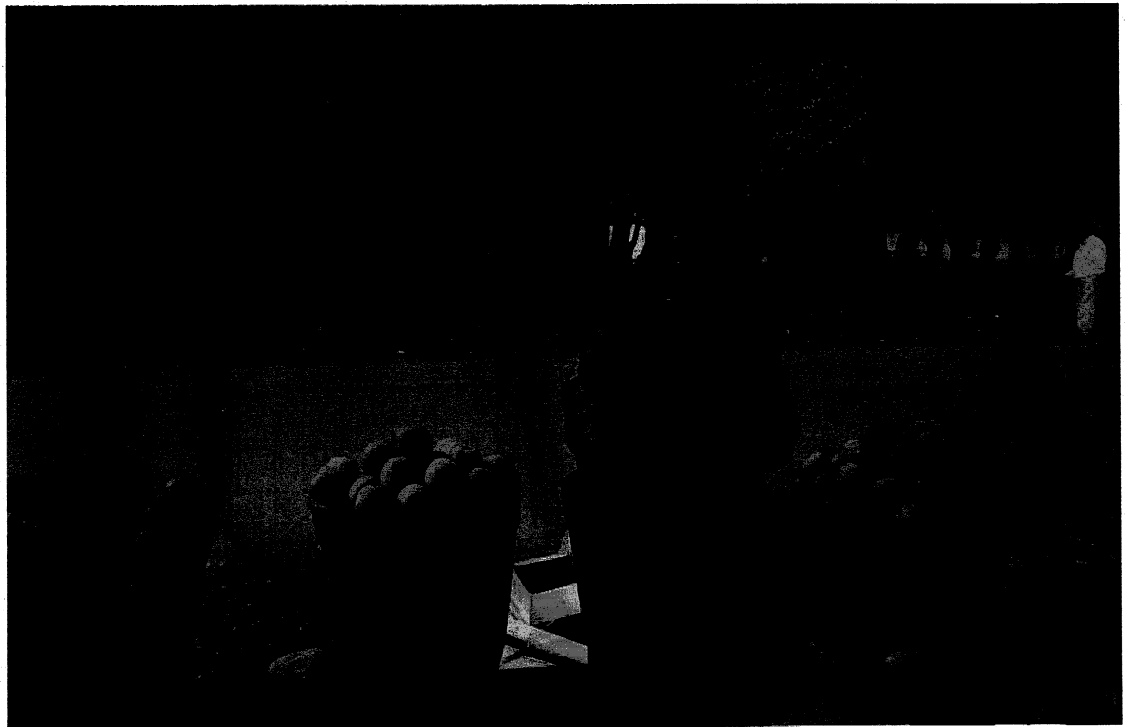


図 10 林芝地方はチベットでリンゴの産地として知られ、路傍でもリンゴが売られている。



にすることにつながるので、最後にこの疑問について検討してみよう。

ツァンポ川はチベットをほぼ東西に流れている。そして、このツァンポ川から北上すると、「チャンタン（北原）」とよばれる広大な高原で占められる。標高5000メートルに近い高原も少なくない。このようにチベットの北部のチャンタンは標高が高いこと、そしてツァンポ川に比べれば北に位置していることなどの条件が、そこでの農業を困難なものにしているのである。これは逆をみれば明らかである。

たとえば、ツァンポ川の緯度をみてみよう。この川の大半は北緯30度以下と比較的緯度の低い地域に位置しており、そのおかげで高度のわりには気候が比較的温暖なのである。実際に、農耕の上限は緯度によって異なり、チベット・ヒマラヤでは北緯38度付近で約2700メートル、北緯27度付近では約4500メートルであることが知られているのである（稲村2000：250）。

さらに、ツァンポ川流域はチベットのなかでは標高が比較的低く、4000メートル前後のところがあることも農耕を可能にしている理由としてあげられる。とくに、人口約20万を擁するラサ、チベット第2の都市であり約5万の人口を擁するシガツェなどはいずれも標高4000メートル以下に位置しており、これも標高と農業の密接な関係を物語るものであろう。

もうひとつ、チベットの高地で農業を可能にしている要因を指摘しておこう。それは、チベット高原とよばれることでも明らかなように地形が平坦で、農作業が比較的容易なことである。これはヒマラヤを越えて南面の斜面で行われている農業をみれば明らかである。ヒマラヤ南面は急峻なため、大部分のところでは斜面を階段状にした、いわゆる階段耕作をおこなっているが、その規模はあまり大きくはない。その結果、ヒマラヤ南面では標高3000メートル以上の高地では多数の人口を擁する都市が存在しないのである。

これらの点を考えると、ヤルツァンポ川流域で農業を可能にしている要因は、1) 緯度が比較的低いこと、2) 高度が比較的低いこと、そして3) 地形が平坦なこと、の3点を指摘することができる。このように述べればツァンポ川流域で農業が行われているのは何の不思議もないことのように思われるかもしれないが、しかし世界的にみれば標高4000メートルを超す高地での農業はやはり特異であろう。じつは、この高地での特異な農業を可能にしている要因がほかにもある。これまで述べ

てきた要因は環境の側から見たものであったが、人間の側からも求めるべき要因がある。

そのひとつは、寒冷な高地に適した作物の開発である。これまでの報告でも明らかなようにチベットにおける主作物はオオムギであるが、これは大別すると2グループに分けられる。ひとつは、穂が完熟したあとも内・外穎が穎果に癒着している、いわゆる皮麦であり、もうひとつは、穂の完熟乾燥後は内・外穎から穎果が容易に取り出せる裸ムギである。このうち、チベットで栽培されているもののほとんどは裸ムギであり、一般にチンコーの名前で知られている。この皮ムギは、日本などでは耐寒・耐雪性や痩せ地適応力が劣るとされているにもかかわらず、チベットでは寒冷な高地でも栽培されている。この事実は、チベットの人びとがチベット特有の気候や土壌に適したオオムギを開発したことを物語るものであり、そのチンコーの開発によってチベットにおける農業の可能性が大きく拡大したといえるのである。

チベットにおいて農業を可能にしている、人間の側から見たもう一つの要因は、灌漑技術の開発である。さきの報告でも明らかなように、チベットでは東部地方は湿潤であり、西に行けば行くほど乾燥化が激しくなり、チベットの西部に位置するシガツェやティンリー周辺などでは農業に十分な降水量に恵まれない。それにもかかわらず、チベットの東部地域よりも西部地域の方で、広い範囲にわたって農業が行われている。これは、とりもなおさず、チベット西部地域における灌漑の普及を物語るものであろう。

この灌漑がいつ頃から普及したのか明らかではないが、近年、灌漑技術は急速に普及しているようである。栗田によれば（栗田1987：38）、チベットでは1981年までに7000本あまりの水路が造られ、その総延長距離は5000キロメートルにおよんでいるとされる。また、1984年現在、総耕地面積の64%にあたる1467平方キロメートルの耕地が灌漑可能になっているとされる。

このような灌漑の普及とともにオオムギやコムギの栽培面積が拡大したと考えられるが、逆に栽培面積が減少している可能性のある作物もある。それはソバである。ソバは、寒さにも、また乾燥にも強く、とくに一般にダツタンソバの名前で知られるソバは寒冷高地に適していることが知られているが、これが今回のルートではほとんど見られなかった。見られたのは、ほとんどが普通ソバであり、しかも灌漑をほどこさないで栽培されていた。

このソバの栽培面積の変化は明らかではないが、チベット農業の明らかな変化がある。それは換金作物の栽培の拡大である。ラサや林芝地方などでのビニールハウスの増大はそれをよく物語っている。また、ジャガイモやトウモロコシなどの新大陸産作物の急速な変化もチベットにおける農業の変化を雄弁に物語っているようである。また、化学肥料の導入などの変化もチベットの各地で生じているようである。

#### 参考文献

- 1) 稲村哲也 「アンデス山脈とヒマラヤ・チベット山塊」川田順造・大貫良夫編『生態の地域史』山川出版社、2000
- 2) 栗田靖之「チベットの自然と人」長野泰彦・立川武蔵編『チベットの言語と文化』冬樹社1987
- 3) スタン、R.A.『チベットの文化』岩波書店、1971

## 第5章 チベットにおける農業と牧畜の現状

愛知県立大学 稲村哲也

帯広畜産大学 本江昭夫

総合研究大学院大学 山本紀夫

中国社会科学院 蘇鳳鳴

中国中山大学 楊中芸

### 目次

- 1 はじめに
- 2 農村の現状
- 3 半農半牧村の現状
- 4 牧畜村の現状
- 5 チベットにおける伝統的な生業形態とその類型化
- 6 おわりに

### 1 はじめに

本稿は、1999年度科学研究費補助金による研究「中国チベット高原の農業生態系における継続性ある生物生産に関する基礎的研究」(基盤研究B(2) 課題番号・国11691169、研究代表者・本江昭夫)の現地調査の成果の一部であり、チベットにおけるコミュニティと生業の実態を、とりわけ牧畜に焦点をあてて整理し、検討を加えるものである。現地調査は1999年9月2日から22日までの期間に、中国社会科学院(蘇鳳鳴研究員)との共同研究として実施した。調査の方法は、下記(次頁以下)の1)から3)までのルートを車で移動しながら観察し、途中の村々で短時間(1時間前後)の聞き取りをおこなったものである(地図1)。調査を実施した場所(合計15の事例)を調査順のまま下記に列記するが、仮に、農村、半農半牧村、牧畜村と分類しておく。牧畜村は農業ができない高地部(高原または谷の上流部高地)に位置しヤク(ヤク)、ヒツジ、ヤギなどの牧畜が営まれる村である。谷部の村々では主として農業が営まれているが、そこでも家畜飼養が行われている。それらの村落を、家畜飼養の重要性によって、農村と半農半牧村に分類することが可能である。ただし、その境界は必ずしも明確ではない。ここでは当面、高地適応家畜であ

るヤーやゾー（ヤクとウンの異種間雑種）の飼養のあり方を中心に、以下のような基準により分類しておきたい。

●農村：農耕を中心とする村。ヒツジ、ヤギ、乳用・肉用のウシを飼養する村や耕作作用としてウシまたはゾー、ヤーを持つ村もあるが、村の共同の放牧地を持たず、またゾー、ヤーを飼養する場合も、夏期に牧民に預託するなど、その飼養を牧民に頼っている。

●半農半牧村：農耕を中心としながら家畜も飼養している。「農村」と異なり、共同の放牧地を持ち、耕作作用のゾーやヤーの飼養も年間を通して村（ないし郷）のメンバーによって行われ、その飼養を牧民に頼ることはない。

●牧畜村：高地部でヤー、ヒツジ、ヤギなどを飼養する村

#### 1) ラサの近郊の谷の農耕地帯

##### ●農村

事例 1 ラサ地区堆龍徳慶（ドゥーロンディチン）県サンモ村 2 組：ラサから西に 18 km、標高約 3650m

事例 2 ラサ市城関区リン村：ラサから東に約 10 km

#### 2) ラサから北へ谷沿いに遡り自治区境の高原まで（往復）

##### ●半農半牧村

事例 3 ラサ地区堆龍徳慶（ドゥーロンディチン）県馬（マー）郷セシュ村：ラサから北に約 30 km、標高約 3850m

##### ●牧畜村

事例 4 ラサ地区當雄（ダンシュン）県拉陀（ラドゥ）郷ナルズィ村：當雄の南約 50 km、標高約 4500m

事例 5 當雄県ギャルゲン村 5 組：當雄の北約 10 km、標高約 4250m

事例 6 ギャルゲン村 2 組

事例 7 那曲（ナクチュ）地区安多（アムド）県措瑪（ツォマ）郷 1 組：安多の西約 30 km、標高約 4800m

事例 8 措瑪郷 2 組

事例9 安多県ヨージャー郷2組: 安多の西約10km

事例10 那曲(ナクチュ)地区果錯郷9組: 那曲の北約30km、標高約4600m

事例11 ラサ地区當雄県尼珠(ニンドゥ)郷1組

●半農半牧村

事例12 ラサ地区堆龍徳慶県徳慶(ドゥチン)郷紮廉(ターシーカン): 當雄の南約90km

3) ラサからツァンボ川沿いに西に向かい、日喀則(シガツェ)、定日(ティンリ)を經由し、そこから南に下りヒマラヤの南面ネパール側に至る

●農村

事例13 曲下郷1村: シガツェに接した東の村、標高約3900m

●半農半牧村

事例14 ニラム県満布(メンブ)郷普仁(プリ)村: シガツェから西南に約340km

事例15 同郷西木(シムー)村

以下、上記事例に基づいて、農村、半農半牧村、牧畜村の現状をまとめる。

## 2 農村の現状

### 2-1 ラサ市近郊の島村

ツァンボ河支流のラサ川沿いの谷部に位置するラサ市近郊の農村2村の調査によるものである。事例1はラサから東に18kmで、事例2は西に約10kmに位置している。事例2の方がラサにより近いいため、農業の商品作物化がより進んでいる。

事例1のサンモ村は1組から5組に分かれ、各組が集落をなしている。サンモ村全体の戸数は約300戸、人口は1350人で、調査対象とした2組は戸数56戸である。人民公社時には各組が生産隊に相当し、5つの生産隊(現在の5つの組)で人民公社が構成されていた。

事例2のリン村は戸数52戸、人口213人で、こちらの場合は「村」が集落をなしている。人民公社時は、リン村は菜公堂(ツェダンダン)人民公社に属していた。人民公社は農村が5隊、遊牧村が2隊の計7つの生産隊で構成されていた。

このように、一般に生産隊が現在の集落に相当するが、その集落が村と呼ばれて

いる場合と、村の下位区分である組とされている場合がある。

この2例及び他の半農半牧村などの資料から、農業中心の人民公社は、数個（10未満）の集落（50戸程度）すなわち生産隊から編成されていたとみることができる。人民公社解体後の農業請負制実施時（1984年）に農地が各個人に配分されたが、1人当たりの耕地の広さは概ね4畝（ムー：15分の1ヘクタール）であった。土地配分の広さはラサに近い両村は少ない方で、遠いところでは7畝のところもある。このように配分面積は村によって若干異なり、事例1では、働ける者には4畝、働けない者には3畝が配分され、事例2では1人当たり3.8畝である。1984年に配分され、その後は再配分されていないため、それ以後に生まれた子供には現在のところ配分されていない。農業は家族単位で営まれており、1戸当たりの平均の耕地面積は10畝余りである。

主要作物はオオムギとコムギである。事例1の集落（5組）の合計では、耕地面積が3056畝で、うちオオムギが1500畝（49%）、コムギが1450畝（47%）、残り（4%）がマメ、アブラナ、ジャガイモである。事例2では、耕地合計が555畝、うちコムギが350畝（63%）、オオムギが70畝（13%）、残り（24%）がアブラナ、ジャガイモ、ダイコンである。

事例2ではコムギの比率が高いが、人民公社時代にはオオムギを中心に作っていた。農業請負制になってからコムギ中心となり、野菜も多く作るようになった。それは、ラサに近い商品作物の比重が高まったためである。約10年前から作物の売却は自由になり、現在はラサの市場に持って行って売っている。コムギとオオムギは政府に売ることもあるが、価格は市場価格と同じである。事例1では下記のように、ジャガイモ、コムギ、若干のネギが商品化されている。

ジャガイモ：収穫8000斤、商品化5000斤（価格4角／斤）

ネギ：収穫200斤、商品化100斤（価格6角／斤）

コムギ・オオムギ：1畝当たり500斤収穫、商品化1000斤（7角／斤）

収入合計は単純計算で、 $2000+60+700=2760$  元となる。なお、肥料は化学肥料を600斤（600元）購入している。

家畜頭数は事例1（56戸）では、ウシ290頭（5.2／1戸）、ゾー80頭（1.4／1戸）、ヒツジ50頭（0.9／1戸）、ヤギ少数、ウマ3頭である。ゾーはすべて耕作用、ウシは乳用（メス）及び肉用で、ウシは耕作用には使用されていない。ゾーを持たない

家は、耕作時に1日20円で借りる。ゾーは遊牧民から購入したものである。夏の間、ゾーは高地の遊牧民に預けて飼養してもらい、その謝礼として、ゾー1頭当たり28斤のオオムギを支払っている。ヒツジとヤギは無料で預かってもらう。旧暦9月からの耕作期になると、高地からゾーを下ろし耕起に使用する。

事例2では、ウシ240頭(4.6/1戸)、ゾー12頭(0.2/1戸)で、ヒツジやヤギは今はいない(昔はあったが、現在は放牧用の草がないため)。ゾーは以前24頭あったが、最近12頭を売って、耕運機を買った。現在ゾーを所有するのは6家族のみである。ゾーは夏の間は、シェーン村(ラサ市城関区)の遊牧民に預ける。村には旧暦9月に連れてきて耕起に使い、6月まで畑の刈り跡や村の周辺で飼う。シェーン村は南の山の手前に定住村があり、その山の向こうに放牧地がある。14戸くらいの村でヤーとゾーを飼っている。シェーン村は人民公社時にリン村(事例2)と同一の人民公社に属していた牧畜村である。

## 2-2 シガツェ近郊の農村

事例13のシガツェの東に接する農村のみの事例である。1人当たりの配分耕地は4畝で、ラサ近郊と変わらない。主要作物はオオムギとコムギで、インフォーマントの例によれば、1戸の耕地面積27畝当たり、それぞれ10畝である。残りはアブラナ、ジャガイモ及びダイコンである。ラサ近郊と異なる点は、ここでは若干のソバも栽培されており、ソバ畑は灌漑しないため、配分耕地以外の土地を自由に利用することができる。

シガツェ近郊の谷では、耕起にはウシが使用されており、その点はラサ近辺の農村やゾーを使用するラサ北部の谷上流部の半農半牧村とは大きく異なるが、その理由は不明である。

家畜頭数はウシ(耕起用のオス、乳用のメスの合計で)約300頭(10頭/1戸)、ヒツジ・ヤギが約1000頭(33頭/1戸)である。村から離れた場所に日帰り放牧のできる共同の草地がある。そのため、ラサ近郊の農村とは異なり、かなりの数のヒツジ・ヤギも飼養されている。

## 3 半農半牧村の現状

### 3-1 ラサ地区北部の半農半牧村



ラサ地区北部の堆龍徳慶県の2村（事例3及び12）による。事例3の馬（マー）郷セシュ村は標高3850mに位置する戸数約70戸の村である。セシュ村が属していた馬公社は6村（6生産隊）で構成されていた。公社解体後、耕地は1人当たり4畝が配分されたが、山の放牧地は分配されずに共同で使われている。

主作物はオオムギで、コムギは少ない。他にエンドウマメ、アブラナ、ジャガイモ、ダイコンがある。インフォーマント（6人家族）の場合、20畝を耕作しているが、その内訳はオオムギ6割、コムギ2割、エンドウマメ2割である。

飼養家畜頭数は、下記の通りである。

ヤー	40頭（すべてオス）
ゾー	400頭（メスは10頭位でほとんどがオス）
ウシ	600頭：乳用（メス）100頭、肉用（オス）500頭
ヒツジ	600頭
ヤギ	400頭

ゾーについては、約70頭が耕起用、他は肉用で、売ることもある。特に望果祭、収穫祭（8月）などの機会に売る。ゾモ（ゾーのメス）は搾乳するが、ゾモはわずかに10頭くらいしかいないため、ゾーの飼養目的は搾乳とはいえない（それはヒマラヤ南面のシェルパの場合とは対称的である<sup>1</sup>）。

ヤーとゾーは夏（6—9月）には山の方の高地部で放牧する。村の全てのヤー、ゾーを集めて、数人で放牧するが、1戸当たりで、3—4日が分担期間となる。10月—6月までは村に下ろして、耕起に使い、その後、刈り跡の畑などで放牧する。

ヤーはゴンギー村（同じ県だが、郷は異なる。歩いて5-6時間）の牧民から買っている。ゾーは村で生産している。すなわち、種ヤクを1頭買い、村のウシに種付けをして交配させている。

事例11のラサ地区唯龍徳慶県徳慶（ドゥチン）郷紮西康（ターシーカン）は當雄の南約95km、標高3950mに位置する約70戸の村である。徳慶郷は紮西康など7村からなり、以前は徳慶公社を構成していた。公社解体後の一人当たりの配分農地は事例3と同様に4畝であった。山の草地は個人配分されず、村の共同占有となっている。

主要作物はオオムギで、他にエンドウマメ、ジャガイモ、ダイコン、コムギなどを栽培している。

インフォーマント (7 入家族) によれば、飼養している家畜はヤー4 頭、ゾー1 頭、ウシ 11 頭で、ヤーとゾーは耕起用、ウシは乳用 (メス) 及び肉用 (オス) である。ヤーとゾーは夏は郷が手配した人がまとめて山の放牧地で放牧する。

### 3-2 シガツェ地区の半農半牧村

標高 4400m に位置するニラム県満布 (メンプ) 郷の 2 村の事例 (事例 14 及び 15) による。満布郷の前身である満布人民公社が解体された後、1 人当たり 6 畝の耕地が配分された。オオムギを中心に、他にマメ、アブラナを栽培している。ジャガイモも栽培するが、時々うまく育つ程度だという。収穫時期を迎えたオオムギ以外にまだ緑色のオオムギが目についたが、それは播種時期を遅らせたもので、干し草にしてゾーの飼料にする。

事例 14 の普仁 (プリ) 村 (戸数約 40) で、飼養する家畜の頭数は以下の通りである。

ゾー	60 頭
ウシ	90 頭
ヒツジ・ヤギ	6000 頭
ウマ	30 頭

ここではウシは耕起には使わず、ゾーだけを耕起に使用し、村の全戸がゾーを所有している。ゾーは夏期 (旧暦 3 月から 6 月) には山の上の共有の放牧地で放牧する。村の全てのゾーを集めて共同放牧地に 2 人が赴くが、その為に 1 家族当たり 3 元をその 2 人に支払っている。

事例 15 の西木 (シムー) 村は事例 14 に隣接する村であるが、ここではヤーのみが耕起に利用されている。家畜の概数は以下の通りである。

ヤー	80 頭
ウシ	40 頭
ヒツジ・ヤギ	4000 頭
ウマ	20 頭

このようにゾーは全く飼われておらず、隣村の耕作用家畜であるゾーがこの村ではそっくりヤーに入れ替わっている。ヤーを使う理由は、「こちらの村の土地の方が軟らかいため、ヤーで耕起が容易にでき、ゾーの方が草が多く必要であるため」

とのことであつたが、隣接する村で実際にどの程度土地質が異なるかは不明である。

#### 4 牧畜村の現状

牧畜を専業とする人々は、U字谷の上流・源頭部、及び高原部に居住している。その生態学的に異なる2つの地域では、家畜の飼養形態及び居住形態が異なっている。そこで、以下ではその2つの地域に分けて述べたい。

##### 4-1 谷上流・源頭部の牧畜村

事例4、5、6及び11がこのタイプで、小規模の移牧（パストラル・トランスヒューマンズ）<sup>2</sup>が行われている。このタイプの特徴は、谷の支流基部などにアドベ造りの家屋が建ち並ぶ定住集落をもち、支流源頭部の高地に夏の放牧地を持つのが典型のようである。支流源頭部の高地までは、ほぼ一日で行ける距離にある。6-7月（旧暦）には夏の放牧地にテントを張り、各戸毎に放牧する。1戸当たり1、2名で2家族が一緒になって放牧するという事例もあつた（事例4）。夏以外の時期は、集落に比較的近い谷部で放牧し、夜は定住家屋に付随した家畜囲いに家畜を集める。そこではテントを張らないことが多いが、放牧の便をよくするために、テントを張っている事例も見られた（事例5）。定住集落の近くには針金で囲った冬用の草場あり、その草は刈って干し草にし、冬の飼料とする。また、母家畜または仔家畜がその中で採食している事例も見られた。

人民公社解体後に家畜は私有化され、1戸当たり20から70頭程度のヤーが飼養されている。人民公社の規模は、現在の郷に対応している場合が多い。郷は一般に10足らずの村（ないし組）で構成されている。放牧地は公社解体後は、村（ないし組）単位で共同利用されている。事例11の場合では、放牧地は家族毎に配分はされたが、共同で利用している。

##### 4-2 高原部の牧畜村

事例7~10がこのタイプである。高原部では、那曲県措瑪郷の郷長とその妻から聞き取りすることができた。

郷には15組が所属し、戸数688戸、人口3317人である。3つの公社が、解体を機に一つの郷に統合されたものである。郷全体の家畜数は、ヤー16500頭、ヒツ

ジ 8348 頭、ヤギ 9899 頭、ウマ 1310 頭である。

1 組に郷の中心があり、そこには、病院、獣医院、学校、道路管理局、郵政府がある。また、郷には山の上にゴンバ (寺) があり、その山のふもとに尼僧のゴンバがある。それぞれ約 20 人の僧、約 40 人の尼僧がいる。

公社は 1968 年に始まり 78 年に解体した。解体後に家畜を分配し私有化したが、家畜の配分数は組によって異なった。1985 年に草地請負制により、草地が各戸に割り当てられた。その際、各戸の居住地に近い放牧地が割り当てられた。各戸毎に配分されたが、数戸が共同で草地を利用している場合もある。また、組によっては全体を共同で占有しているところもある。

事例 7 の場合 (1 組、36 戸)、人民公社の時には 1 戸当たりヤ一 100 頭、ヒツジ 100 頭くらいを請け負って飼育した。組 (生産隊) 全体では、ヤ一、ヒツジそれぞれ数 1000 頭程度だった。

現在は家畜は私有化され、放牧地も配分されたが、郷長の場合、隣同士の 4 家族が共同で放牧地を占有し利用している。湖の岸から東西およそ 10 km、南北に見渡せる山までが占有領域である。通常はその範囲で日帰り放牧を行い、秋冬の草が悪い時には遠くに放牧するため、テントを使用することもある。移動の範囲は公社の時とあまり変わらないという。

テントによる移動放牧の時期は前項の谷上流・源頭部の牧畜村の場合のように一定していない。調査時期にテントで放牧をする牧民にも出会ったが、秋に移動放牧をし、距離は 1 日程度だという (事例 8)。一年中定住家屋からの日帰り放牧をし、テントは利用していない場合もある (事例 9)。

## 5 チベットにおける伝統的な生業形態とその類型化

1949 年以後チベットは中国の統治下にあり、すでにみてきたように、農村や牧民のコミュニティは、人民公社を経て現在は中国の行政区分の枠組に規定されている。人民公社は従来のコミュニティの枠組みをかなり踏襲したともいわれているが、とくに家畜の移動範囲は以前と比べ非常に限定されている。高原部の牧畜コミュニティでも、1 年の大半はヤクの群は定住の居住地から日帰り放牧がなされ、テントに住んで家畜を放牧するのは 1 年のうちの数ヶ月にすぎない。放牧範囲は 1 家族、数家族、1 集落などの占有領域内に限定されているため、移動の距離も多くの場合

1 日の範囲内である。チベット自治区における牧畜は、「農業請負制」によって家族毎に放牧地が配分された内蒙古自治区におけるモンゴル族遊牧民とほぼ同じ状況にあるといえる<sup>3</sup>。つまり、現在の「遊牧」は「半定住半遊牧」という呼び方がふさわしい。

それでは中国統治以前のチベットにおける牧畜はどのようなものだったであろうか。まず、戦前の8年間にわたって北東部のチベット社会に住んだイクヴァルの報告からその概要をみてみよう [Ekval 1966]。

イクヴァルは、チベットの遊牧を、高地環境であることに由来する上下の移動性を特徴とし、モンゴル、カザフ、キルギス、イラン、サハラなど乾燥地の遊牧との違いを強調している。チベットでは高度によって、農耕地域と牧畜地域が明確に区分されるが、農耕の上限は、高緯度の北緯 38 度では約 2700 メートル、低緯度の北緯 27 度では約 4500 メートルである。牧畜地域はその上から雪線（一年中雪に被われる地域の下限）までであるが、北緯 38 度では 3600 メートルまで、北緯 38 度では 55100 メートルまでである。ヤー遊牧民はふつう 1 年間に 3 回から 8 回の移動を行い、特別な場合には 12 回に及んだ。冬の放牧地は標高が低く比較的暖かい場所が選ばれ、春になると、草の生長に合わせるように、順次高いところに移動してゆき、夏には雪線に近い最も標高の高いところで放牧した。ヤー遊牧民の中には、土や日干しレンガや畜糞で作ったり、掘った縦穴や洞窟を利用した冬の固定住居をもち、秋に草を刈り干し草にして冬のために用意する人びともいた。一方、定住を申しむべきことと考へ、1 年をとおしてテントで生活し干し草も作らない人びともいた。いずれの場合も冬は標高の低いところに下りた。そこは農村から比較的近い場所であるため、冬は農民との交流が盛んに行われた。とくに、遊牧民は草を「刈る」という農耕的な作業をあまり好まなかったため、固定の冬営地をもつ遊牧民は草刈りのために農民を雇うことが多かった。農民によっては現金収入と乳製品などを手に入れるいい機会となり、遊牧民と農民の間に親密な関係がつけられていたという。

イクヴァルによる記述から、遊牧にも冬の定住家屋をもつ形態と 1 年を通してテントに住んで移動するものがあつたことがわかる。移動の範囲は現在よりもかなり広がつたと思われるが、それは遊牧形態と地域によって大きな変異があつたにちがいない。大規模な移動をしていた遊牧民は農村に近いところから雪線までを移動し

ていた。つまり、水平方向の移動に上下移動の要素を含んでいた。

また、イクヴァルの記述では、ゾーについては、その重要性は述べられているが、具体的な飼養の形態は明らかではない。おそらく、谷の上流部の農村ではゾーが飼われていたはずであり、現在の形態と近い形での移牧も行われていたことが推測される。

スタンはチベットにおける農耕と牧畜にかかわる二重の生活の様々な形態についてまとめている [スタン 1993: 130]。スタンの記述に含まれている類型を明確にするため、番号を付けて引用しておこう。「①ある村は農業を主体としているが、近くに牧地を持っている。家畜は日中そこへ連れて行かれ、夜には家畜小屋に連れかえられる。そして冬にはずっと小屋に留まり、秋に刈りとられた株で養われる。②そうかと想うと他の農家では、家畜は夏中を牧地で過ごし、これを守る番人はテントに寝起きし、冬になるまで戻らない。③一民族が二つのグループに分かれていることも多い。③の A 一つは農民で、山あいの耕作地帯にいる。③の B 他の一つは純粋な遊牧者で高原の牧草地にいる。この二つの集団は同じ種族名をもち、同じ首領をいただいている。④アムドでは、これと違って、遊牧の集団がごく小さな牧草地帯とベース・キャンプ的な冬の地区とをもっている。この冬の地区には家があり、集団の構成員すべて…夏は分散している…がここに集結する。これらの家には家畜小屋があり、家畜小屋の近くには一家族ごとに燕麦の畑があつて、青いうちにこれを刈り入れて株とする。とにかく、ほとんどの場所でも、農耕地帯と遊牧地帯は互いに非常に接近しており、農民と牧人の接触は緊密で恒常的である。というのも、彼らは当然その生産物を互いに交換しあうからである。往々にして、この両者はただ一つの村落共同体に属し、⑤あるいはただ一つの家族集団に属する。③一つの種族が、一方は一定の領域を放牧して歩く遊牧者、他方は農耕者というように分けられる場合でも、③の A 後者には畑や家のほかに、夏、家畜をつれてあるく牧草地がある。このような種族では、二重形態は重なってあらわれるわけである。こうした場合には、村、すなわち、農耕者の集団が、自分の畑、自分の牧草地以外に、村のいま一つの集団である遊牧者が利用する休閑地や森や道路や水の配分などをも管理するのである。」

スタンはヤーとゾーを区別していないが、ここで記述されている諸形態は以下のように整理することができる。

- ① 日帰り放牧を伴う農村
- ② 移牧を伴う半農半牧村
- ③ 同一集団が農民 (A) と牧民 (B) に分かれる場合
- ④ 遊牧民 (冬営地は固定し、牧草を栽培する)
- ⑤ 同一家族が農耕と牧畜を分担する農牧民: ②のバリエーション

これを見ると、筆者らが調査したチベットの事例は、遊牧の移動回数や範囲が限定されたことを除けば、チベットの伝統的な生活形態をかなり踏襲していると判断することができる。ただし、スタンの類型のなかには、氷食谷の上流源頭部の支流基部などにアドベ造りの家屋が建ち並ぶ定住集落をもち、支流源頭部の高地との間で移牧を行っているような比較的小規模な移牧を行う牧畜村が含まれていない。

スタンの類型をややおおざっぱにしてとりいれ、筆者らの調査に基づいて、類型化するならば、(1) 日帰り放牧を行う農村、(2) 移牧を行う半農半牧村、(3) 移牧を行う牧畜村、(4) 遊牧地域 (現在は移動範囲が限定された「半遊牧」) の4つに類型化することができる。

## 6 おわりに

チベットにおけるヤー (ヤク) とゾーの飼養はヒマラヤと連続している。しかし相違点もかなりあることがわかった。ひとつはヤーとゾーの利用法に関するものである。ヒマラヤのシェルパ族の間では、耕起にはウシが使われることが多く、運搬用に高地ではヤク、高度が比較的低いソル地域などでは雄のゾー (ゾプキョ) が使われる。また、ヒマラヤでのヤク群の飼養は、ウシとの交配によってゾムを生産して売ることが主たる目的である。そして、ゾム群の飼養者はミルクの生産を主目的としている。チベットでは耕起にウシ、ゾー、ヤクのいずれもが使われ、それが場所によって異なっている。そして、ミルク生産を目的とするゾーの飼養は、今回の調査の範囲では全くみられなかった。

もうひとつの相違は移動に関するものである。ヒマラヤ地域はチベットに比べ標高差が大きいため、移牧の規模も大きい。筆者 (稲村) はそのヒマラヤの移牧を、クンブ地域など「高地シェルパ」の移農移牧型<sup>4</sup>、ソル地域のシェルパの定農移牧型、西部ヒマラヤやグルン羊飼いの牧畜専門移牧型の3類型に分類して整理している [稲村 1966]。チベットにおける上記の類型 (2) の移牧を行う半農半牧村の場

合は、農耕には（異なる標高の農地を利用する）高度差利用を伴わないため、ヒマラヤの定農移牧型に当たる。また、類型（3）に当たるチベットの牧畜村における移牧は、專業牧畜型の移牧であり、ヒマラヤ地域の農牧複合型の移牧とは異なるタイプである。また、類型（4）のチベットの遊牧（上下移動の要素も含まれる）もヒマラヤにはないものである。

筆者らはこれまでヒマラヤ研究を進めてきたが、チベットにおける生業の実態がある程度把握できたことにより、両者の比較からさまざまな新しい課題が出てきそうである。

#### 注

- 1 シェルパの家畜飼養については<山本、稲村編 2000>で詳しく論じている。
- 2 「トランスヒューマンズ」という用語は、典型的にはアルプスやヒマラヤに見られるような山地における規則的な家畜の季節的上下移動を指す用語で、日本では普通「移牧」と訳される。ただし、日本語の「移牧」に当たるのは正確には英語の「パストラル・トランスヒューマンズ (pastoral transhumance)」であり、家畜の移動に限定されない広義の「トランスヒューマンズ」とはきちんと区別しておく必要がある。
- 3 内蒙古自治区の現状については<稲村他 1996>で論じている。
- 4 北のクンプや□ールワリンにおいては、トランスヒューマンズは農・牧の両要素が密接に連動している。「農業と牧畜は、世帯レベルにおいて不可分の世業として統一されている場合が少なくない。その場合、農業においても高度の異なる複数の地点に耕地をもち、人々がその間を移動しながら耕作を行う例もしばしばみられる」〔鹿野 1978、1979〕。チベット高原にはこのような移牧はなさそうである。

#### 参考文献

- 在田一則 1988 『ヒマラヤはなぜ高い』 青木書店



- 稲村哲也 1996 「アンデスとヒマラヤの牧畜—高地適応型牧畜の家畜移動とその類型化の試み—」『熱帯研究』5巻3/4号: 185-211
- 稲村哲也・尾崎孝宏 1996 『中国内蒙古自治区における環境と人口』調査報告—漢族移住、生産様式の変化と環境問題— 『リトルワールド研究報告』13号: 57-99
- 鹿野勝彦 1978 「ヒマラヤ高地における移牧—高地シェルパの例をとおして—」『民族学研究』43巻1号: 85-97
- 鹿野勝彦 1979 「ロールワリン・シェルパの経済と社会」『リトルワールド研究報告』3号: 1-42
- 川喜田二郎 1997a 『川喜田二郎著作集 第10巻 各巻名: ヒマラヤの文化生態学』中央公論新社
- 川喜田二郎 1997b 『川喜田二郎著作集 第11巻 各巻名: チベット文明研究』中央公論新社
- 酒井治孝 (編著) 『ヒマラヤの自然誌—ヒマラヤから日本列島を遠望する—』東海大学出版会
- スタン、R.A. (山口瑞鳳・定方 晟 訳) 『チベットの文化 決定版』岩波書店
- 山口瑞鳳 1987 『チベット 上』東京大学出版会
- 山口瑞鳳 1988 『チベット 下』東京大学出版会
- 山本紀夫・稲村哲也 (編著) 2000 『ヒマラヤの環境誌—山岳地域の自然とシェルパの世界』八坂書房
- 山本紀夫・岩田修二・重田真義 1996 「熱帯高地とは一人間の生活領域としての視点から—」『熱帯研究』5巻3/4号: 135-150
- Ekvall, Robert B. 1983 (1968) *Fields on the hoof: Nexus of Tibetan bomadic pastoralism.* Waveland Press, Illinois.

図 1  
チベットの首府ラ  
サのポタラ宮殿

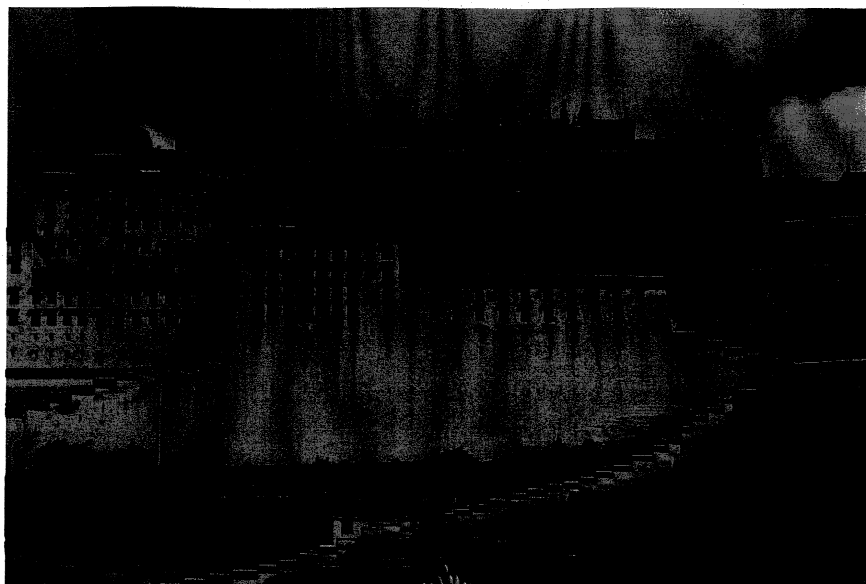
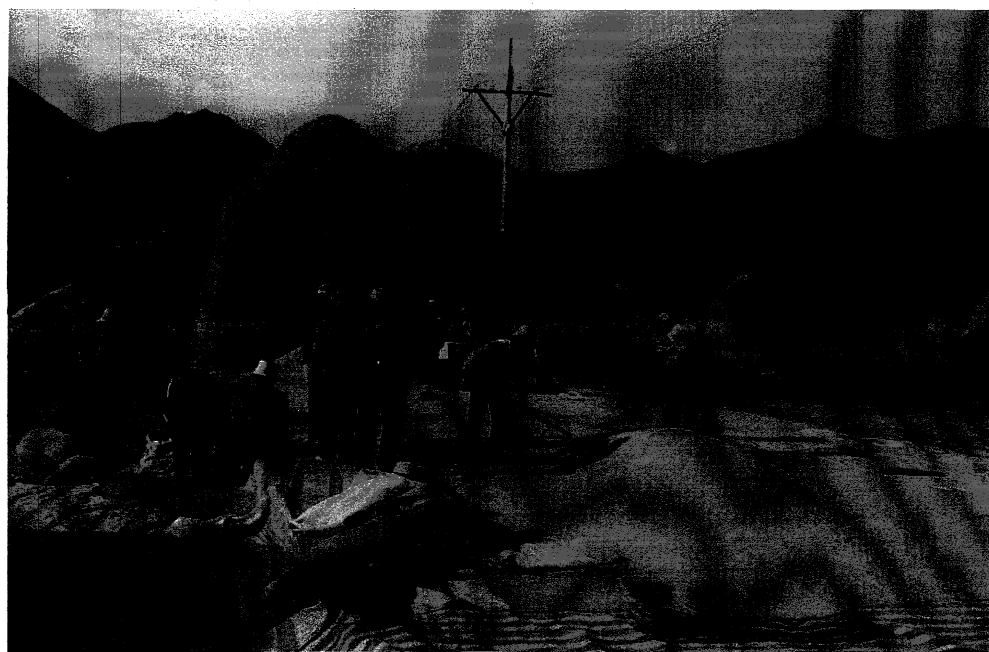


図 2  
ラサの大昭寺で五体倒  
置し祈りを捧げる人々

図 3  
ラサ近郊の  
農村でムギ  
の脱穀を行  
う農民たち  
(事例 2)



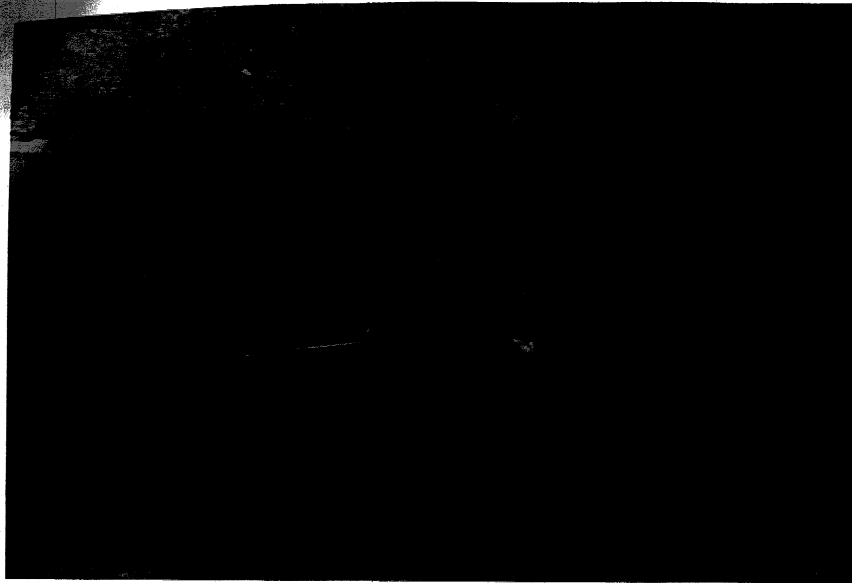


図 4  
ツァンポ河を渡る  
ヤク皮製の小舟



図 5  
チベット高原の  
半農半牧村の学  
校 (事例 6)

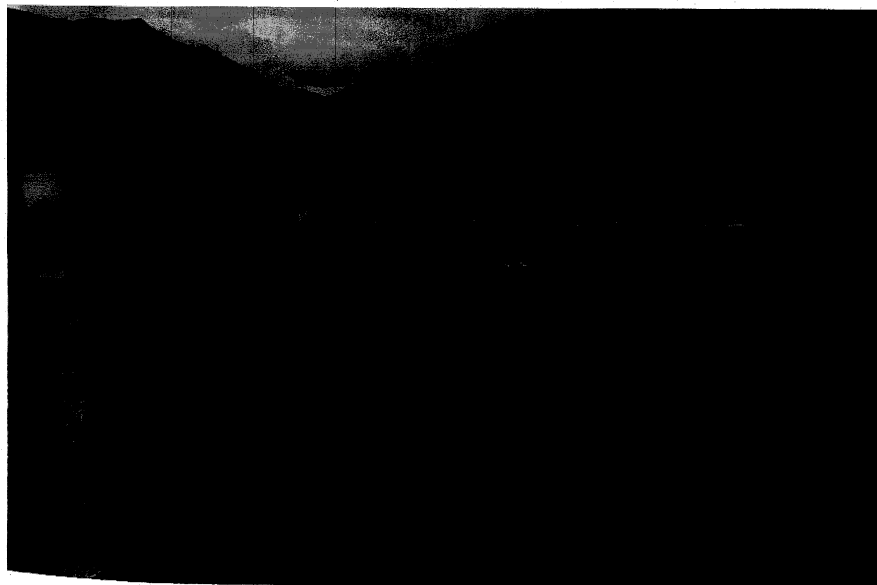


図 6  
半農半牧村のムギ  
刈り (事例 3)

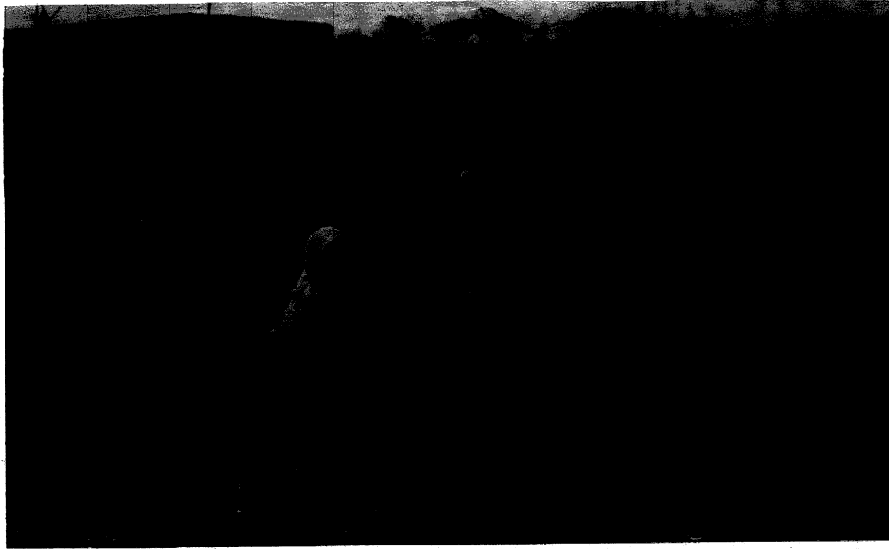


図 7  
雌ヤクのミルク搾  
り (事例 6)

図 8  
ヤーによる鋤を  
耕起に使う半農  
半牧村の農民  
(事例 15)

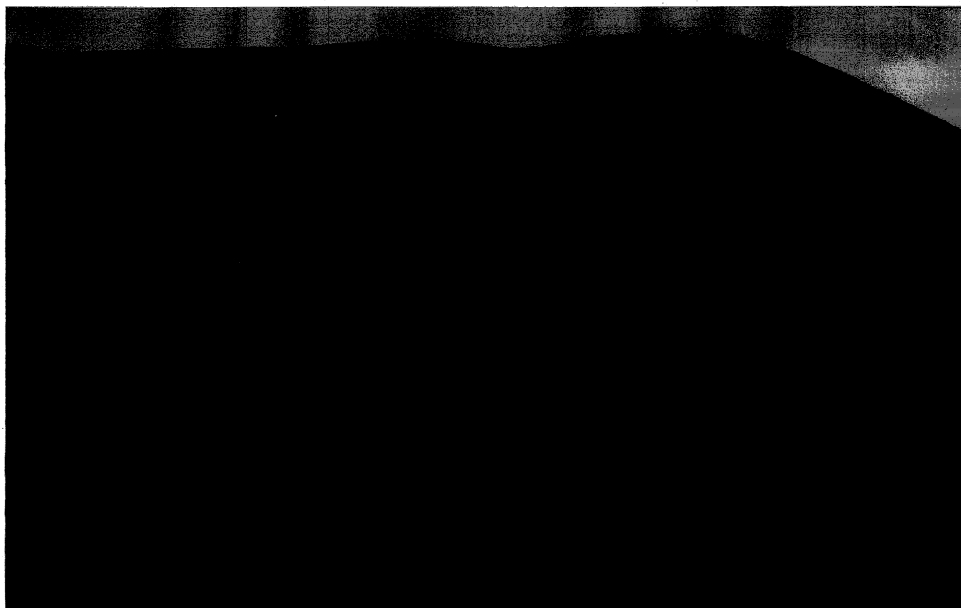
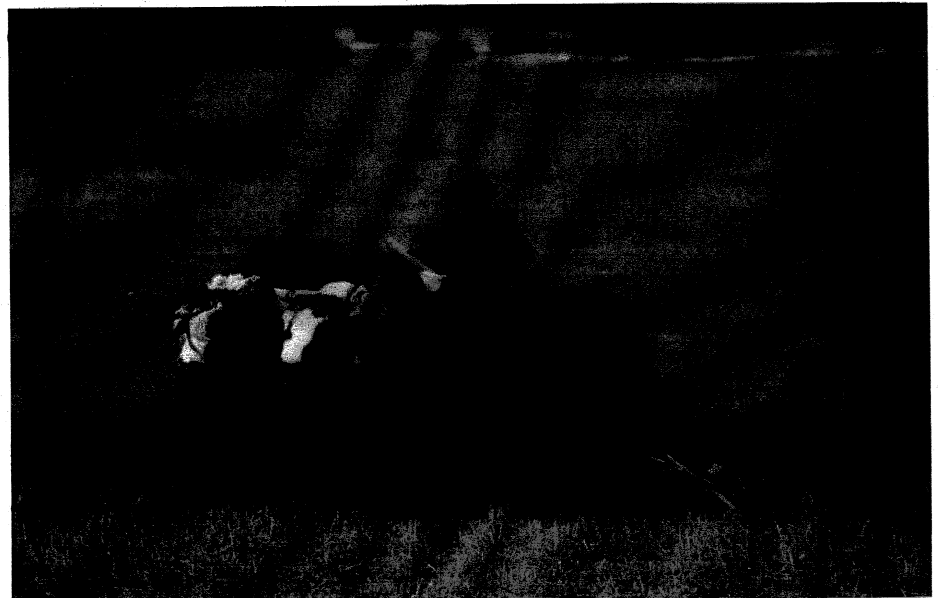


図 9  
チベット高原  
で放牧される  
ヤク群

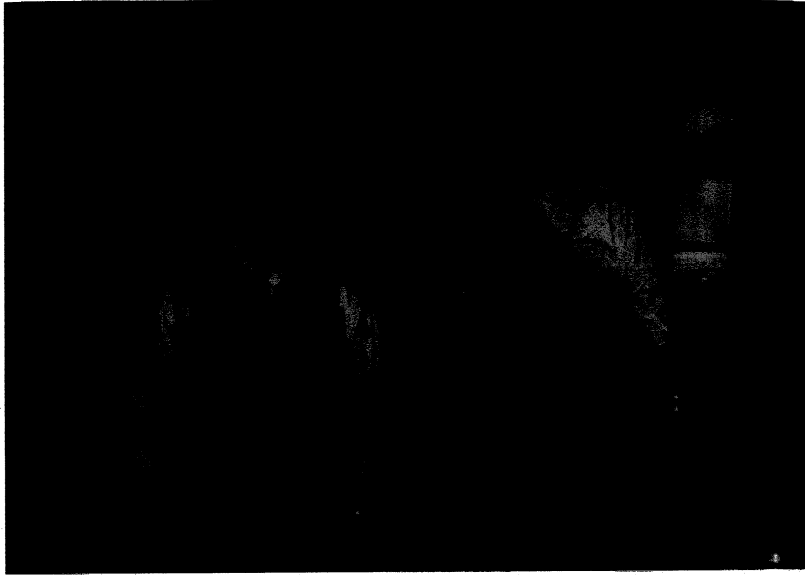


図 10  
郷長夫妻 (事例 7)

図 11  
遊牧用のテント、  
ヤク毛の織物で  
作られる伝統的  
なものや白いキ  
ャンバスで作ら  
れる新しいもの  
が混じっている。

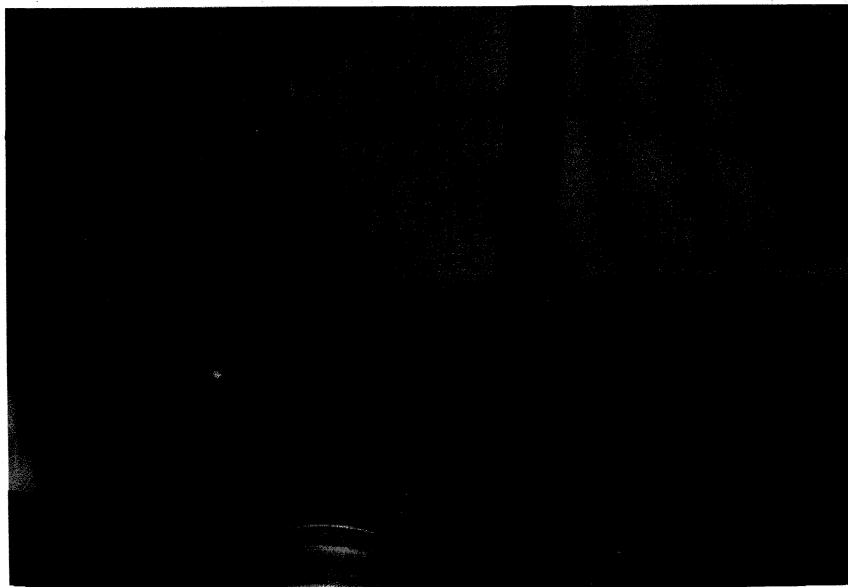


図 12  
遊牧用テントの内部  
(事例 8)

第6章 Stomatal conductance behavior and single leaf transpiration of  
two winter wheat varieties in a high altitude environment, Tibet

*Hokkaido University* M. Larry Lopez C.

*Hokkaido University* K. Iwama

*Sinsyu University* K. Suzuki

*Chinese Academy of Sciences* X. Zhang

*Hokkaido University* H. Takahashi

**Abstract**

Adaptation of crops in the Tibet Plateau such as winter wheat that is extensively cultivated in many other areas of China needs to be studied. Diurnal measurements of leaf stomatal conductance ( $g_s$ ) and canopy water balance were made on two hybrid winter wheat cultivars growing in this area. The most important characteristic of this study site is the change in elevation which produces several environmental changes and consequent responses from the plants.

The effect that a high elevation environment produces on the factors controlling leaf transpiration ( $E_l$ ) as well as the effect caused on the stomatal conductance and stomatal characteristics were analyzed. Maximum stomatal conductance for winter wheat was higher in the Tibet Plateau when compared to other studies conducted at sea level which is also in accordance with other alpine plants that were exposed to different elevations. This study suggests that also a change in the abaxial-adaxial stomatal density distribution ratio could be caused by increases in light intensities and duration. Leaf to air vapor pressure deficit ( $D_l$ ) is increased by larger leaf temperatures in relation to lower air temperatures. However, leaf temperatures are lower than those found on leaves at sea level. A clear hysteresis curve between  $g_s$  and  $D_l$  and between  $E_l$  and  $D_l$  are thus observed.  $D_l$  increase combined with an also increased diffusion coefficient for water vapor might be the reason for large values of maximum

stomatal conductance and leaf transpiration. The dependence of leaf transpiration on net radiation as it can be determined by the decoupling factor ( $\Omega_1$ ) seems to be enhanced by larger values of  $g_s$  found in this study, thus, leaf transpiration is dominated mostly by equivalent transpiration ( $E_{eq}$ ). Finally, the radiation pattern and water vapor deficit characteristics of the Tibet Plateau play an important role on determining the water loss from winter wheat. As ambitious as this conclusion might sound it is not applicable to this huge area since mountainous environments creates microclimates that not necessarily follow the pre-established concepts of high elevation environments.

Keywords : Energy balance, High elevation, Stomatal conductance, Stomatal density, wheat

## 1. Introduction

Stomatal conductance and boundary layer conductance increase with atmospheric pressure reduction at high-altitude sites, implying that the transpiration rate should also increase with height. Nevertheless, this relation as stated by Monteith and Unsworth (1990), depends on the relationship between stomatal conductance and boundary layer conductance, and on the vapor pressure gradient. It is now possible to demonstrate in the laboratory the dependence of transpiration on stomatal conductance if the boundary layer conductance is large relative to the stomatal conductance (Jarvis and McNaughton, 1986). The question is whether this is applicable to crops in natural conditions, especially in field environments with characteristics as those found in high altitude environments where the most fundamental physical effects are the decreasing pressure and increasing windspeed with increasing altitude. These variations combined with increasing global radiation, the diffusion coefficient for water vapor and decreasing water vapor pressure deficit, longwave irradiation, and the thermal conductivity for heat in air with increasing altitude (Smith and Geller; 1979, Korner and Mayr, 1981) play an important role in determining the stomatal conductance behavior in this particular environment. High altitude also produces many characteristic morphogenetical and physiological features on plants due to modificative responses that adjust the plants to the average conditions of radiation (Larcher 1995) that might have an effect on the water status of plants.

The largest fraction of terrestrial evaporative water loss passes through the microscopic stomata pores of plant leaves and is thus related to the transpiration. It is not possible to state that leaf stomatal conductance is enough to predict transpiration but it is, in microscopic stomata pores of plant leaves and is thus related to the transpiration. It is not addition to LAI, the major component that is under biological control (Korner, 1994). The effect stomatal conductance has on the transpiration rate can be determined with the coupling factor ( $\Omega$ ) defined by McNaughton and Jarvis (1983). When the coupling is strong, air vapor pressure deficit ( $D_a$ ) and stomatal conductance ( $g_s$ ) control leaf transpiration. On the other hand when the coupling is weak,



transpiration is controlled by net radiation ( $R_n$ ). However, extreme values of  $\Omega$  are not always found in the field and transpiration is according to crop and environmental characteristics proportionally dependent on  $D_a$ , stomatal conductance and net radiation respectively. The value of  $\Omega$  has been determined for a variety of crops and trees. For wheat it was found to be 0.6 (Perrier *et al.*, 1980, Baldocchi, 1994), meaning that 60% of the evaporation from the canopy corresponds to equivalent transpiration (dependent mainly on  $R_n$ ) and 40% corresponds to imposed transpiration (dependent mainly on  $g_s$  and  $D_a$ ). Winter wheat is extensively cultivated in China and has been also introduced in Tibet at an experimental level with very promising future in terms of quality and production. In order to understand the mechanism of adaptation of these plants in high altitude environments, it is the intention of this paper to analyze the winter wheat water movement at the leaf level in relation to its environment. Few studies have dealt with this topic before, and those conducted have used alpine plants (Mooney *et al.*, 1966; Tranquillini, 1976; Smith and Geller 1979). Thus, the objectives of this study are to analyze the diurnal variation of stomatal conductance of two winter wheat varieties under high altitude conditions and to examine the stomatal and environmental control on the transpiration.

## 2. Materials and Methods

### 2.1 Study site and crop

The present study was conducted at the Agroecosystem Research Station of the Chinese Academy of Science in Tatkse, 25 km from Lhasa, which is located at 29°41'N 91°20'E at the north bank of the Kyichu river, in the Yarlung-Zangbo Valley, at an altitude of 3688 meters above sea level in the Tibet autonomous region (Fig. 1). Average monthly temperatures range from 15.3 °C in July to -2.2 °C in winter and the atmospheric pressure is on average 65.0 kPa. The mean annual rainfall (1971-1979) reaches 420 mm (Fig. 2). Like most of the Quinhai-Tibet Plateau, the Yarlung-Zangbo valley has few cloudy days even during the rainy season in June, July and August. In Lhasa, more than 80% of the annual precipitation occurs at night. In summer, heavy rain usually occurs

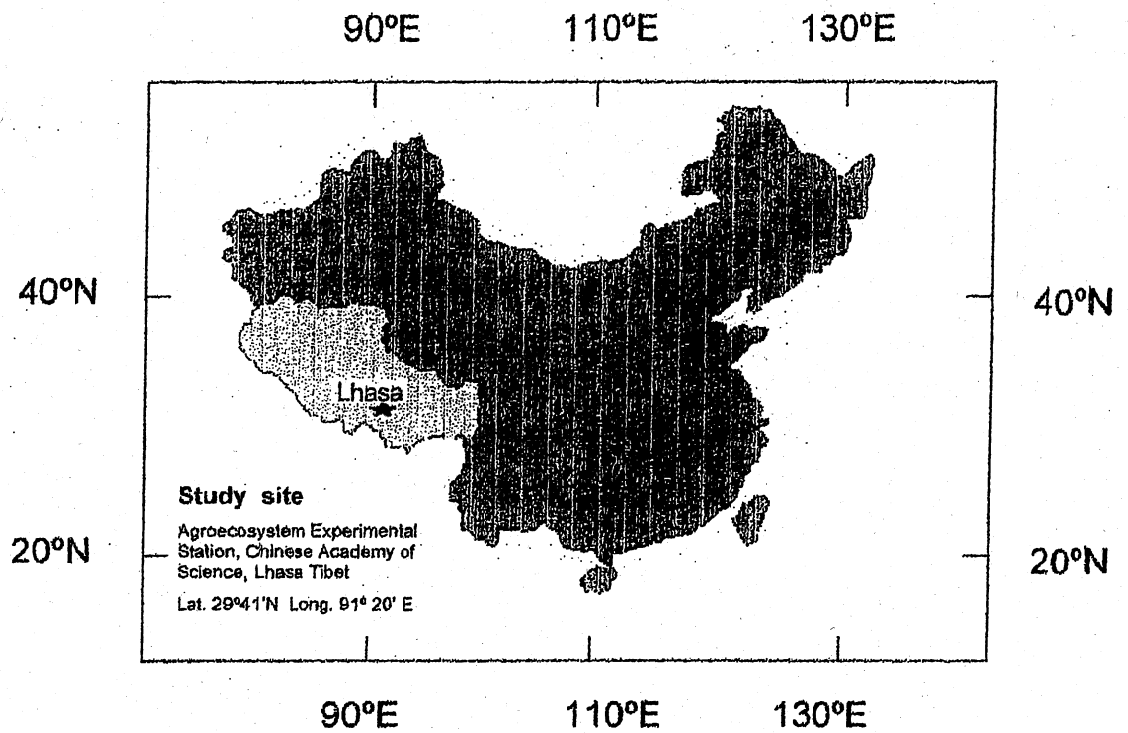


Fig.1 Location of Lhasa Agroecosystem Research Station of the Chinese Academy of Science in Tatkse, 25 km from Lhasa between 29°41'N and 91°20'N at the north bank of the Kyichu river, in the Yarlung-Zangbo Valley, at an altitude of 3688. meters above sea level in the Tibet autonomous region.

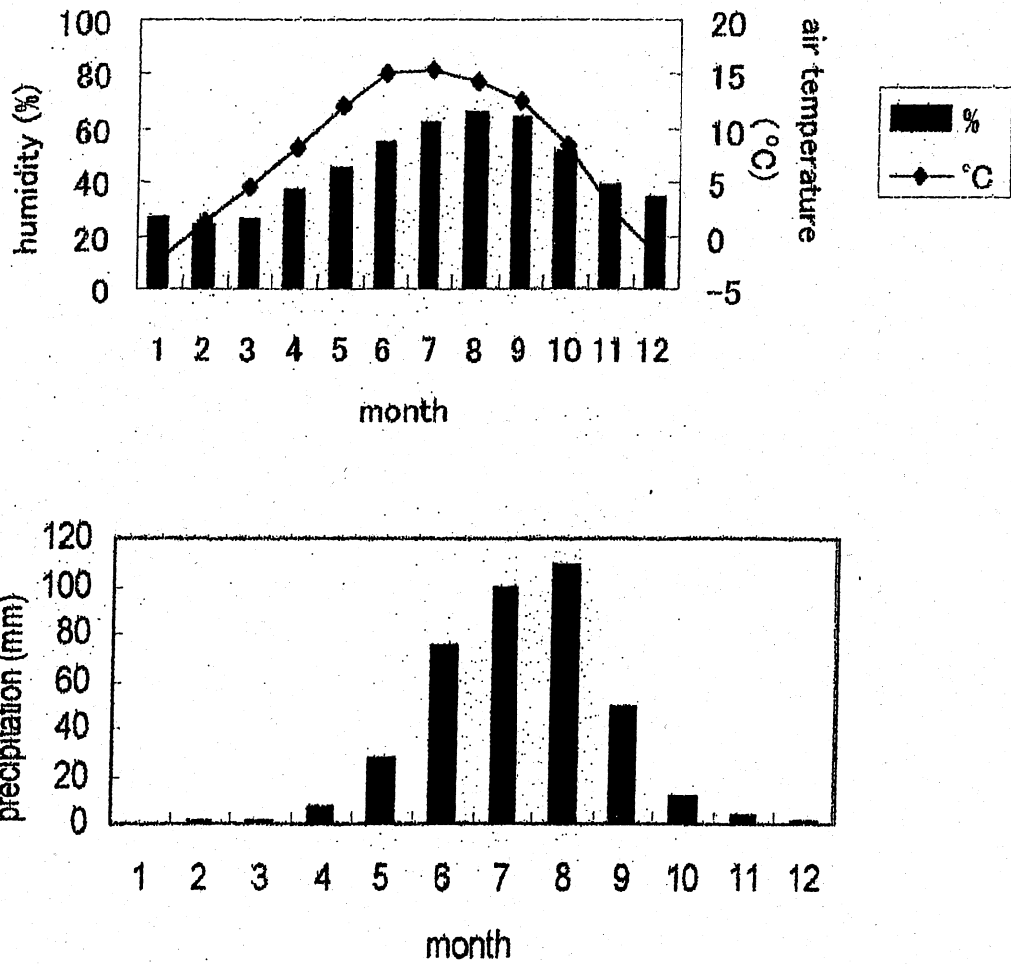


Fig.2 Mean annual micrometeorological data (1971-1979) measured at the agroecosystem research station, temperature, humidity and precipitation.

in the evening; but at dawn clouds disperse and the rain stops. Two other advantages of the Plateau, important in farming, are long hours of sunshine (3022 hours a year) and a favorable temperature range.

For this study, field measurements were conducted in two hybrid winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). The varieties studied were Zangdong 92-66 and Zangdong 90-11. For an easier understanding of this study, these two varieties will be referred as Hybrid 1 and Hybrid 2 respectively. The seeds of these two varieties were sown on October 17, 1998. The flag leaf appeared by the end of May 1999. At the time of the measurements (July 9 to 13, 1999) the vegetation was dense with an approximate LAI of 4 and the height of the crop was 1.13 m. For comparison between leaf and air temperatures, data (unpublished) obtained in a separate experiment conducted in May 1998 in Nanpi, China, which is located at N 38°07' and E 116°45' at an altitude of 10 m above sea level.

## 2.2 Stomatal conductance and stomatal density

The stomatal conductance of the flag leaf was calculated from the diffusive resistance measured with a steady state diffusion porometer (Li-1600, Li-COR, USA). The photosynthetical active radiation (PAR) was measured by the quantum sensor attached to the porometer (Li-COR). The porometer was calibrated before each measurement session. Ten leaves of each wheat variety were measured on both sides at one-hour and two-hour intervals on clear and cloudy days respectively. Measurements started from 9:00 in the morning (after dew had evaporated) to 19:00 in the late afternoon. Due to variation in stomatal conductance between individual plants, the same plants were selected for each variety throughout a day. Stomatal conductance measurements on Hybrid 1 were conducted July 9 and 13 and measurements on Hybrid 2 were conducted July 11 and 12. The first and second day of measurements in both cases correspond to a clear and overcast day respectively. The equation used to calculate stomatal conductance is

$$g_s = g_s^u + g_s^l \quad (1)$$

where the letters  $u$  and  $l$  refer to the stomatal conductance in the upper and lower surface of a single leaf.

Stomatal density samples were collected at the center of the leaves (Card board, SUMP laboratory, Tokyo, Japan) on the upper and lower surfaces for hybrid 1 on 13 July. Stomatal density was determined in the laboratory by means of a microscope (OPTIHOT, Nikon 216954, Japan). The leaves chosen for these measurements were the same used to measure stomatal conductance

### 2.3 Leaf Conductance

Combining the stomatal conductance and the leaf boundary layer conductance, it is possible to calculate the whole leaf conductance,

$$\frac{1}{g_l} = \frac{1}{g_s} + \frac{1}{g_a} \quad (2)$$

where  $g_s$  is the stomatal conductance on a projected leaf area basis and  $g_a$  is the leaf boundary layer conductance for water vapor ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) that is obtained from the equation

$$g_a = 7.41 \left( \frac{u_v}{d_c} \right)^{0.5} \left( \frac{P}{8.3T} \right) \quad (3)$$

where  $u_v$  is the wind speed ( $\text{m s}^{-1}$ ) at the height at the top of the vegetation,  $d_c$  is the characteristic dimension of the leaf, which was found to be  $1.77 \pm 0.28$  cm for our leaves. This expression includes vapor transfer from both surfaces in parallel.  $T$  is the leaf temperature that represents a very close value of the temperature in the leaf boundary layer (K).  $u_v$  was estimated from the wind speed at height  $z$  ( $u_z$ ;  $\text{m s}^{-1}$ ) by the logarithmic wind profile equation (Monteith and Unsworth, 1990). Wind speed was measured at a 4m height (KADEC-KAZE, Kona System, Co. Ltd. Japan)

$$u_v = u_z \frac{\ln[(z_v - d)/z_0]}{\ln[(z - d)/z_0]} \quad (4)$$

where  $z_v$  is the average winter wheat height ( $z_v = 1.13$  m),  $d$  is the zero plane displacement (m) equal to  $0.64z_v$ , and  $z_0$  is the roughness length (m) equal to  $0.13 z_v$  for a range of relatively dense vegetation types (Campbell, 1977; Jones, 1992).

#### 2.4 Leaf Transpiration

The flux density of water through the stomata on the leaf surface (per unit surface area of leaf) is given by the expression

$$E_l = \frac{g_l D_l}{P} \quad (5)$$

where  $g_l$  is the leaf conductance of both leaf surfaces per unit surface area of leaf;  $D_l$  is the leaf-to-air water vapor pressure deficit at the leaf surface (kPa), calculated using the leaf temperature as measured by the porometer and  $P$  is the atmospheric pressure (kPa).

#### 2.5 Decoupling factor

This decoupling factor ( $\Omega$ ) defined first by McNaughton and Jarvis (1983), for a symmetrical amphistomatous leaf is estimated by the following equation,

$$\Omega_l = \frac{(\varepsilon + 1)}{\left(\varepsilon + 1 + \frac{g_a}{g_s}\right)} \quad (6)$$

where,  $g_s$  is the ratio of increased of latent heat content to increase of sensible heat content of saturated air.  $\Omega_l$  is a measure of the coupling between conditions at the surface and in the free air stream. It can vary between 0 (for perfect coupling) and 1 (for complete isolation). The degree to which stomatal conductance controls evaporation from leaves and crops will be determined by this factor. In practice, evaporation can be expressed as the sum of an imposed

component and an equilibrium component, as shown in the equation

$$E = \Omega E_{eq} + (1 - \Omega) E_{imp} \quad (7)$$

As is clearly seen from this equation, the importance of this, too, depends on the degree of coupling of the leaf or crop to the environment.

### 2.5.1 Imposed Evaporation ( $E_{imp}$ )

Boundary layer conductance is very large, heat and mass transfer are very efficient. The surface is well coupled to the environment, so that the evaporation is proportional to the leaf conductance.

$$E_{imp} = \left( \frac{c_p}{\lambda \gamma} \right) g_l D_a \quad (8)$$

where  $c_p$  is the specific heat capacity at constant pressure;  $\lambda$  is the latent heat of vaporization;  $\gamma$  is the psychrometer constant and  $D_a$  is the air vapor pressure deficit.

### 2.5.2 Equilibrium evaporation ( $E_{eq}$ )

When the boundary layer conductance is very small, heat and mass transfer between the surface and the atmosphere is extremely poor. The surface is poorly coupled to the environment so that evaporation is mainly controlled by net radiation.

$$E_{eq} = \frac{\varepsilon R_n}{\lambda(\varepsilon + 1)} \quad (9)$$

where  $R_n$  is the net radiation.

## 2.6 Energy Balance

The partitioning of available energy between sensible and latent heat flux was obtained by the Bowen ratio ( $\beta$ ) energy balance method. In this study only the hourly averages values calculated over the daytime period will be considered. Specifically, those calculated from data obtained between 9:00 and 19:00, the measurement period considered for stomatal conductance

measurements.

Assuming that the transfer coefficients for heat and water vapor in the turbulent boundary layer above a crop are equal, and substituting the appropriate driving forces for sensible heat ( $H$ ) and latent heat ( $\lambda E$ ) gives

$$\beta = \frac{H}{\lambda E} = \left( \frac{P \rho C_p}{0.622 \rho} \right) \frac{\Delta T}{\lambda \Delta e} = \gamma \frac{\Delta T}{\Delta e} \quad (10)$$

where  $\lambda$  is the latent heat of vaporization and  $\Delta T$  and  $\Delta e$  are the temperature and vapor pressure at a series of heights within the constant flux layer. These values are found by plotting the temperature at each height against vapor pressure at the same height. Eq. (10) is combined with the energy balance equation,

$$R_n = G + H + \lambda E \quad (11)$$

where  $R_n$  is the net radiation and  $G$  is the surface soil heat flux. Obtaining the following expression,

$$\lambda E = \frac{R_n - G}{1 + \beta} \quad (12)$$

Net radiation at 1.6 m above the ground every five minutes was measured with a net radiometer (MF-11, EKO Inc., Japan). Soil heat flux at a depth of 0.5 cm every 5-min was measured with a heat flow plate (MF-81, EKO Inc., Japan).

### *2.6 Soil Moisture*

Soil moisture was measured with a hand-held readout unit for theta probe (Type HH1, Delta-T devices, England) three times a day, at 9:00, 13:00 and 17:00 in both winter wheat fields. Measurements were conducted at different points within the same wheat field respectively. That is, the measurements were conducted 15 times in the hybrid 1 field and 15 times in the



Hybrid 2 field. Finally an average value is obtained in the morning, close to midday and late afternoon, thus a daily pattern of decreasing soil moisture can be described.

### 3. Results and discussion

#### 3.1 *Micrometeorological conditions during the experimental period*

The daily averages of solar radiation, air temperature, water vapor pressure, and PAR are shown in Fig. 3. The meteorological conditions varied considerably from day to day, but two sunny days and two cloudy days could be clearly distinguished. For sunny days solar radiation ranged from 174 to 1080  $\text{W m}^{-2}$  and for cloudy days from 76 to 1190  $\text{W m}^{-2}$ . Although the values seem to be in contradiction, the daily course of the solar radiation curve follows completely different patterns, with a perfect sinusoidal pattern for sunny days and rather unstable values of short wave radiation ( $R_s$ ) for cloudy days. Air temperature ranged on average from 9.1 to 27.1°C during the measurements. There was not a big difference in air temperature on the respective days, except for July 11 when the minimum temperature was 6.8. Vapor pressure deficit ranged from 0.38 to 2.0 kPa for sunny days and from 0.21 to 1.9 kPa for cloudy days. It is difficult to compare this value with another location where winter wheat was also being grown but it is supposed that  $D_a$  increases in response to the decrease in air temperature associated with increasing elevation. PAR (as measured by the sensor attached to the porometer) ranged from 99 to 2100  $\mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for sunny days and from 65 to 2500  $\mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for cloudy days, following the same trend as with the solar radiation. This data is not averaged data and might differ with the data shown in the graph. Wind speed, contrary to what was expected, was very low ranging from 0.1 to 1.1  $\text{m s}^{-1}$ . Wind speed is supposed to increase with higher elevations, but mountainous topography also plays an important role in determining the pattern of windflow, as seems to be the case in this area.

#### 3.2 *Partition of available energy and Evapotranspiration*

The components of the energy balance are shown in Fig. 4. Of the four days considered for this study, two days showed a clear sinusoidal curve

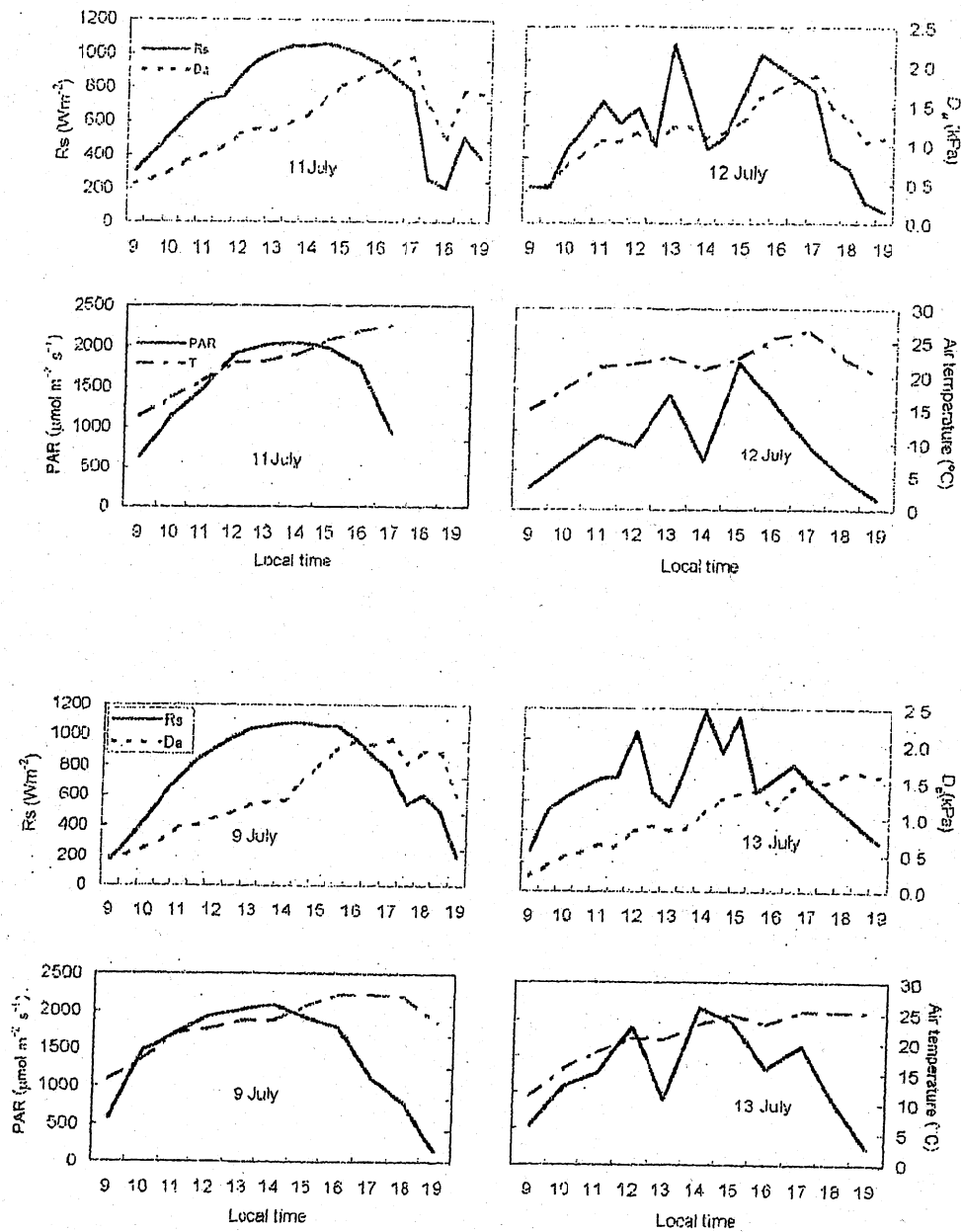


Fig.3 Data of solar radiation ( $R_s$ ), water vapor pressure deficit ( $D_a$ ), air temperature ( $T_a$ ) and PAR for the days considered in this study, from July 9 to July 13. Hybrid 1 (a) and hybrid 2 (b).

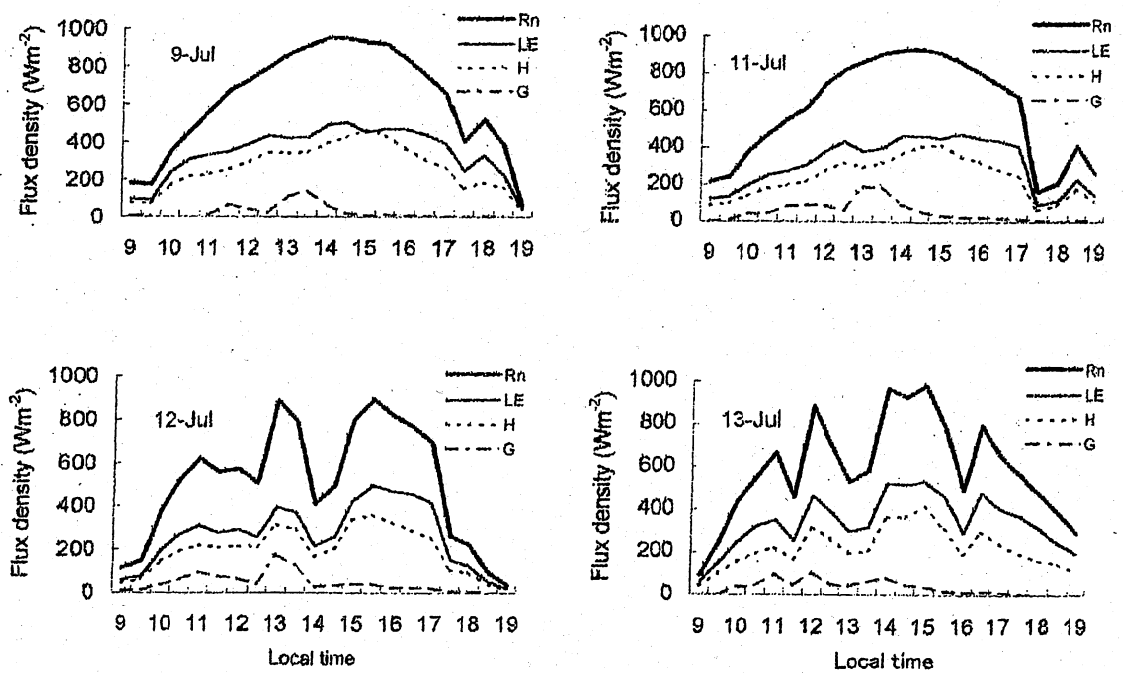


Fig. 4 Components of the energy balance over the winter wheat canopy. Net radiation was in average 80% of the solar radiation during the measurements period. Two clear days (July 9 and July 11) and two cloudy days (July 12 and July 13) were chosen for this study.

denoting a clear day and two days were clearly covered by clouds at various times during the day as it can be deduced from the irregularities in the curves of 12 and 13 July. Total net radiation closely followed the distribution of solar radiation and was estimated to be equal to 80% of  $R_s$  ( $r^2 = 0.99$ ). High  $R_n$  can be attributed to a low surface albedo and low longwave irradiation (Smith and Geller, 1979) associated with a decrease in water vapor and lower surface temperatures at the experimental site.

The diurnal partitioning of energy balance components on a clear and a cloudy day in the winter wheat field for hybrid 1 and hybrid 2 respectively shows that in both cases (clear and cloudy), most net radiation was consumed by the latent heat ( $\lambda E$ ). In absolute terms, maximum  $LE$  values reached  $516 \text{ W m}^{-2}$  and  $487 \text{ W m}^{-2}$  for hybrids 1 and 2 in a clear day respectively). Sensible heat ( $H$ ), though low, was much greater than the soil heat. This pattern occurred during most of the day, though values were similar in the early morning and late afternoon. This indicates that more than half of the energy received was used for canopy transpiration rather than for heat transfer. The proportion of  $G$  relative to  $R_n$  was in agreement with the value of 0.06 found for Pavon wheat found with a linear regression analysis between  $\ln(G/R_n)$  by Choudhury et al (1987). This indicates that  $R_n$  was almost completely attenuated by the leaf area index (LAI) at the measurement period.

Daily evapotranspiration estimated by the Bowen ratio - energy balance (Eq. 12), ranged between 4 and 5.1 mm per day. The lowest value corresponded to 12 July (cloudy day) and the highest one to 9 July (clear day) respectively. It is important to note that cloudy days in this context does not mean continuously cloudy but rather a more sporadic cloudiness as it can be observed from solar radiation in Fig 3. Although July 13 was also a cloudy day, evapotranspiration increased by an increase in water supply due to rain on the night of July 12.

### *3.3 Soil Moisture*

Soil moisture in the experimental site is dominated by water supply from rain. In other words, the crops being grown here are rainfed crops. In the pattern of rainfall in the Tibet Plateau, rain predominately falls during the night and rarely during the day. During the experiment this pattern was also

present and in the evenings of July 8 and July 12 rain occurred, which increased soil moisture, as can be seen in the data for the next days (July 9 and July 13 respectively) (Fig. 5). Soil moisture decreased during the day as it was being used mostly for transpiration since the LAI was big enough to cover most of the soil surface. According to Deanmead (1969) soil evaporation for wheat is only about 5 % of the total evapotranspiration when LAI reaches 4.

### *3.4 Stomatal conductance, leaf conductance and stomatal characteristics.*

Fig. 6 shows a set of hourly stomatal conductances of the upper and lower leaf surfaces. No clear relationship exists between the upper and lower surfaces conductances of individual leaves. All the data in this figure are for ten flag leaves of two hybrid winter wheat species (hybrid 1 and hybrid 2, respectively), and indicate that on average, the ratio between the conductances of the upper leaf surfaces and the lower leaf surfaces was 0.67 for hybrid 1 and 0.78 for hybrid 2. These data are also confirmed by measurements of stomatal density on both surfaces of hybrid 1 (abaxial,  $39.44 \pm 5.53$  and adaxial,  $59.71 \pm 7.44$ ), where stomatal density ratio between the lower surface and the upper surface was, on average, 0.66. For amphistomatous leaves, such as wheat leaves, it is common to find higher stomatal conductances in the lower surface of the leaf, though the opposite also occurs. The data found in this study is in agreement with Korner *et al* (1986) who found that for the *Ranunculus* species at higher elevations, stomatal density on the upper leaf surfaces was twice as many as on the lower surface when compared to the same species at lower elevations. Koy and Rasmusson (1970) found also that exposure to different light intensity and duration might be the reason for different stomatal density distribution for barley.

Flag leaves within the canopy had different stomatal conductances as it is illustrated in Fig. 7, where the diurnal variation of averaged stomatal

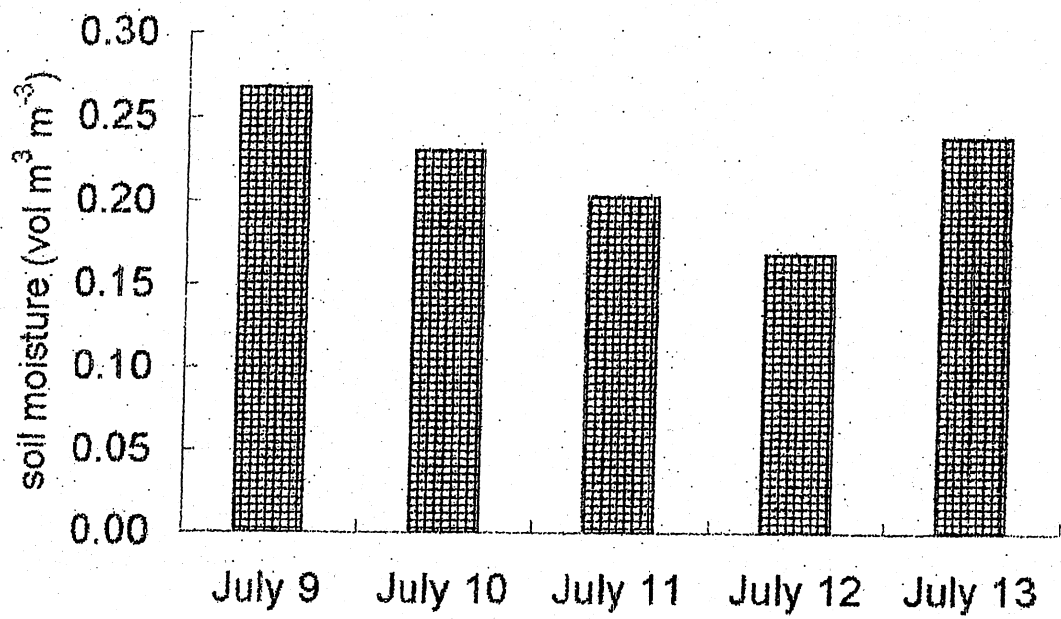


Fig.5 The input of soil moisture comes directly from rain. Rainfall occurs during the evening as it happen during the early hours of July 9 and 13. Every bar is the average of fifteen measures at 9:00, 13:00 and 17:00 conducted daily.

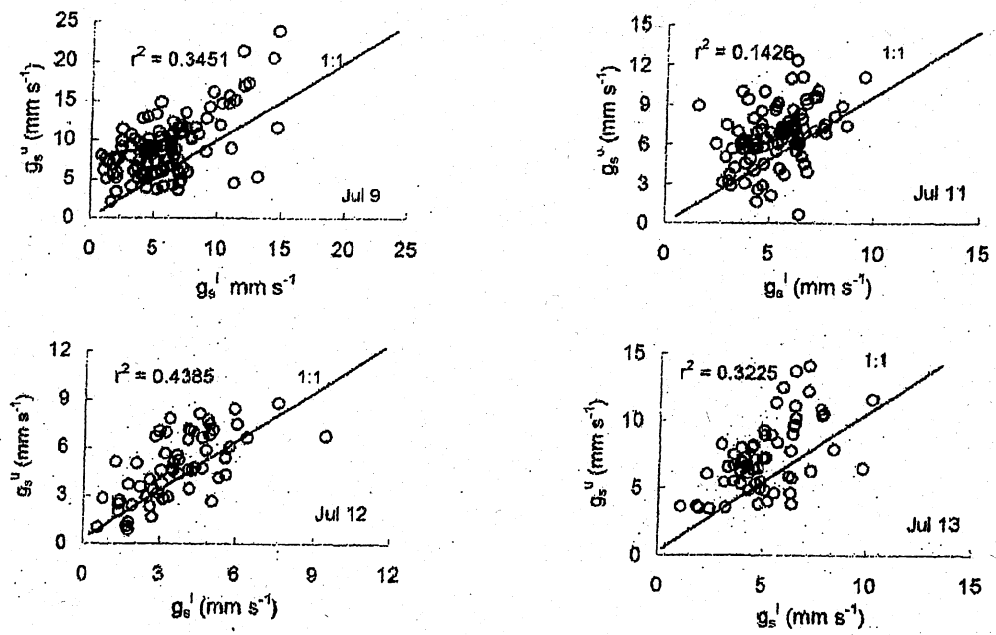


Fig.6 Hourly measurements of leaf abaxial and adaxial stomatal conductance show no relationship between them. Stomatal density in the upper surface ( $u$ ) is larger than in the lower surface ( $l$ ).

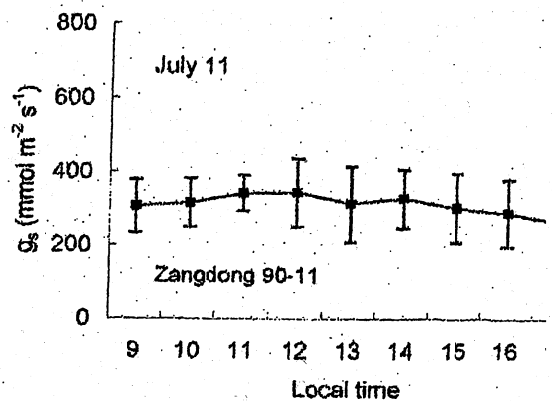
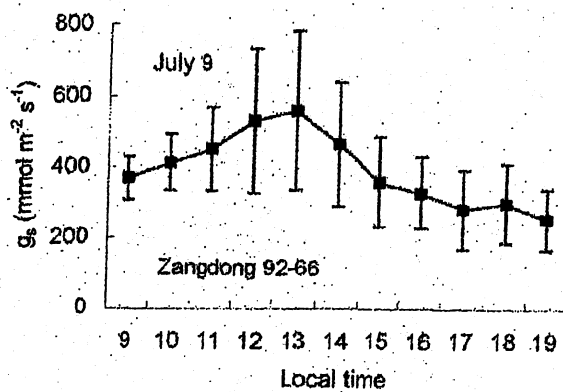


Fig.7 The variation of stomatal conductance among the ten leaves used as samples leaves show larger variability at midday than during the early and late afternoon, related to leaf exposure to the solar beam. Maximum stomatal conductance values for both cultivars were larger than maximum conductances found at sea level.



conductance (sum of adaxial and abaxial conductances) of ten flag leaves is shown. The variation of  $g_s$  among leaves can be attributed to position of leaves within the canopy and the corresponding exposure to the solar beam. Conductances during the morning reached on average a maximum of 560 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> on a clear day for Hybrid 1 and 343.8 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> for hybrid 2, also on a clear day. For cloudy days maximum stomatal conductances were 475.4 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> and 315.7 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> respectively. The proportion did not change for a clear day. It is important also to emphasize that on the night of July 12, rain contributed to an increase on soil moisture, as was mentioned previously. This increase in soil moisture might be the reason for higher  $g_{smax}$  values than would have otherwise been reached for hybrid 1 on July 13, if rain had not fallen.

Values of stomatal conductance for lower elevations for winter wheat (*Triticum aestivum* cv. MV 16) at the beginning of flowering were between 125 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> and 180 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> in a experiment by Zoltan T. *et al.* (1994) and also lower  $g_s$  values than those found in this study were found in four winter wheat cultivars after flowering in a experiment by Frederick R. (1997). Taking into account that the bearing period of winter wheat is longer in Tibet than in lower elevations, the measurement period corresponded to three weeks after flowering. Values found here for stomatal conductance on hybrid 1 were also higher than the values found by Korner (1994) whose data set restricted carefully to include only values obtained by porometry on vegetation in its natural environment, as it is the case in this study. It can also be assumed that values for hybrid 2 are also higher since the values obtained in the study by Korner corresponds to maximum seasonal values. The value  $g_{smax}$  for the cereals group was given in millimetres per second (11 mm s<sup>-1</sup>), and assuming that this data were obtained under sea level conditions the corresponding value in molar

flux density units is  $440 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Korner (1986) also reported that for several alpine plant species at high elevations in New Zealand maximum stomatal conductance increased with respect to the same plants at much lower elevations.

Despite the exceptional high values of maximum stomatal conductance ( $g_{smax}$ ) especially for hybrid 1, maximum leaf conductance ( $g_{lmax}$ ) were among the values described by Korner *et al.* (1979) for cultivated  $C_3$  plants with a similar average maximum value of around  $200 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  as found in this study ( $204 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). From Eq. 2 and 3, it can be deduced that leaf boundary layer is low due to a significant decrease in atmospheric pressure and low windspeed.

### *3.5 Stomatal conductance and $D_l$*

Hybrid 1 and hybrid 2 showed different behaviour in their hysteresis curves between  $g_s$  and  $D_l$ . On hybrid 1 there is a clear decline in  $g_s$  after the maximum was reached and values of  $g_s$  after that are almost half of those in the morning even at similar values of  $D_l$  (Fig.8). On July 11 with almost the same values of solar radiation ( $R_s$ ), on hybrid 2, the behavior of stomatal conductance in the afternoon does not decline sharply, as is illustrated with a small loop in the hysteresis curve. Data for July 11 was collected only until 17:00 due to a very strong shower. Although the shower lasted for only a few minutes, we had already mistakenly cut the sample leaves, believing that the rain was going to continue for a longer time. On cloudy days the pattern for stomatal behaviour on hybrid 1 is not sinusoidal in relation to a clear day, and this seems to be affected by the irregular course of solar radiation on July 13. For hybrid 2, values of  $g_s$  are lower in relation to a clear day. Moreover, in this case there is a sharper decline of  $g_s$  on the descending limb of the hysteresis curve.

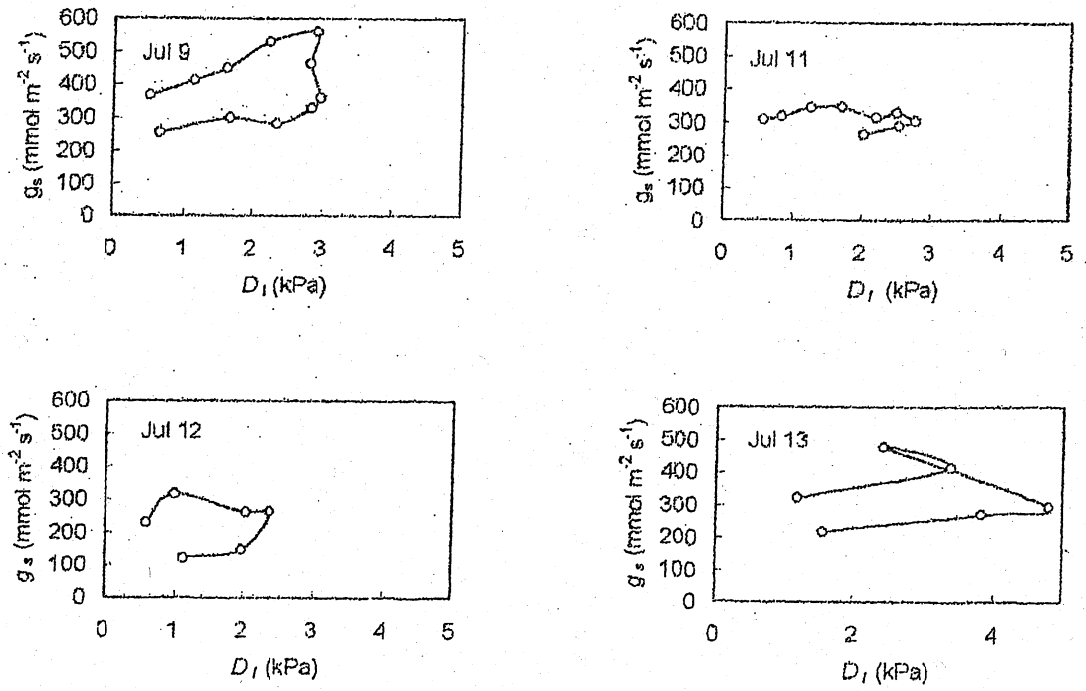


Fig.8 Daily hysteresis curves between stomatal conductance ( $g_s$ ) and leaf-to-air vapor pressure ( $D_l$ ) show different patterns depending on the value of  $D_l$ . Each point corresponds to the average of ten leaves.

In the case of hybrid 1, when values of  $D_{lmax}$  were high  $g_s$  remained low and when  $D_{lmax}$  was low  $g_s$  increased notoriously, especially in the ascending limb of the hysteresis curve. It is thought that this occurs as a mechanism to avoid excessive water loss from the leaf when  $D_{lmax}$  is too large and to obtain  $CO_2$  when  $D_{lmax}$  is small.  $D_{lmax}$  values for hybrid 2 were not so different for the two days recorded (July 11 and 12). So that  $g_s$  in the rising limb of the hysteresis curve did not differ on these two days, though after the maximum was reached on July 12 there was a sharper decline for  $g_s$ .

### 3.6 Transpiration and $D_l$

A larger difference between leaf temperature ( $T_l$ ) and air temperature ( $T_a$ ) at high elevations, because of higher  $T_l$  values and lower  $T_a$  values, would result in an increase in  $D_l$ . Then this combined with an increase in the diffusion coefficient for water vapour because of lower atmospheric pressures, would lead to an increase in leaf transpiration. However, it is important to note that despite higher values of  $T_l$  over  $T_a$ , there is a decrease in  $T_l$  with respect to leaf temperatures at sea level. Besides lower  $T_a$  at high elevations (Fig. 9) counteracts the effect of a decrease in atmospheric pressure in the diffusion coefficient for water vapour.

Larger differences in temperatures between leaf and air were also found by Smith and Geller (1979) for alpine plants. Considering this explanation we proceed with the analysis of  $E_l$  and its relation with  $D_l$ . The averaged maximum leaf transpiration rate ( $E_{lmax}$ ) varied for hybrid 1 and hybrid 2. Under clear sky conditions,  $E_{lmax}$  was  $8.7 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  and  $6.3 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  respectively (Fig 10). Under cloudy conditions  $E_{lmax}$  was almost similar in both cases.  $E_{lmax}$  on hybrid 1 is reached when  $D_{lmax}$  is low and a lower value of  $E_{lmax}$  corresponds to days with high  $D_{lmax}$ . This is in agreement with Takagi *et al* (1998) who found the same

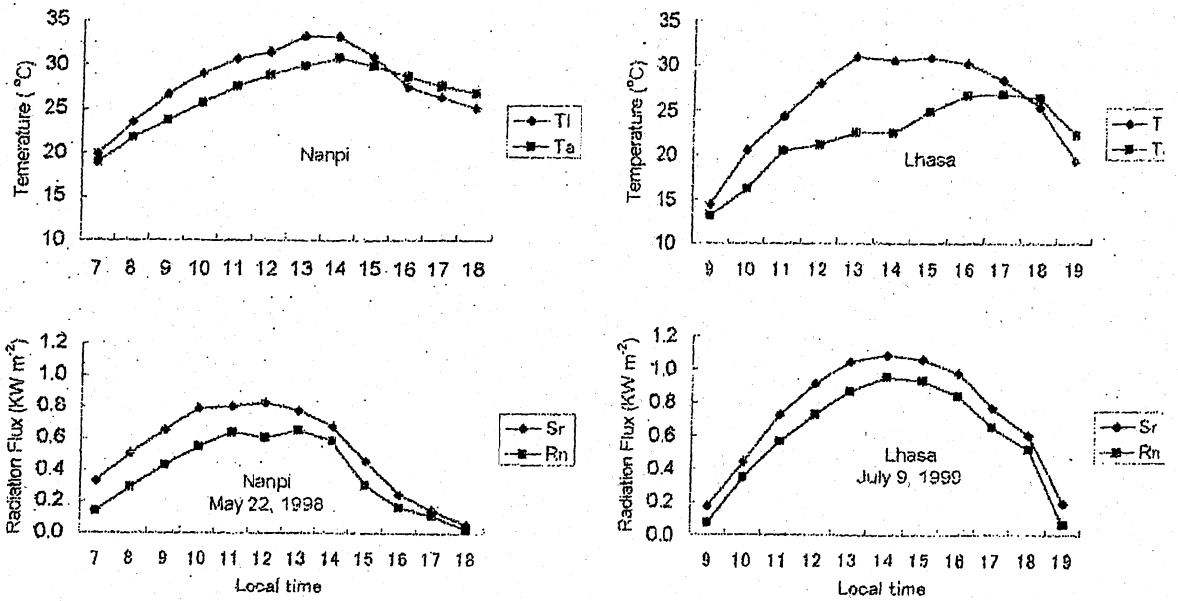


Fig.9 Comparison of Solar radiation ( $R_s$ ), net radiation ( $R_n$ ), leaf temperature ( $T_l$ ) and air temperature ( $T_a$ ) at Nanpi (20 m.a.s.l.) and Tibet (3688 m.a.s.l.) on may 22 (1998) and July 9 (1999), respectively.

response for plants of wet habitats. There I, however, a discrepancy as to the size of the hysteresis loop, which was smaller when  $D_{lmax}$  was high in both hybrids. As it was seen previously (Fig 8) for hybrid 1, on July 9 when  $D_{lmax}$  was low, higher stomatal conductance contributed to increase  $E_l$ . On July 13 a sudden decrease in  $D_l$  is responsible for an increase in  $g_s$  but the hysteresis loop between  $E_l$  and  $D_l$  continues almost linear for most of the day. Though the data are few, it is evident that the hysteresis curve follows different courses from day to day.

### 3.7 Decoupling factor

Hourly data of  $E_l$  at leaf level in relation to  $g_s$  for both winter wheat hybrids are shown in Fig. 10. According to Jones (1992),  $g_l$  rather than  $g_s$  is suggested for the calculation of  $E_l$ . The results of calculating  $E_l$  for Hybrid 1 and Hybrid 2 were almost similar in both cases (0.625 and 0.64 respectively). This value of  $E_l$  was very similar to that of 0.6 found for  $\Omega_c$  (omega canopy) on wheat by Perrier *et al* (1980). When  $E_l$  was calculated with  $g_s$ , values were 0.8 and 0.75, for hybrid 1 and 2 respectively, indicating larger values of stomatal conductance in relation to leaf boundary layer conductance. During the measurement period, windspeed was relatively low thereby explaining low boundary layer conductances, which combined with larger values of stomatal conductance contributed to an increased  $E_l$ . In this second case, it can be said that  $D_l$  is almost completely decoupled to the air outside the boundary layer ( $D_a$ ) and almost no control of the transpiration by  $g_s$  is taking place. Fig. 11 shows that in general leaf transpiration seems to be controlled by net radiation. This is in agreement with Baldocchi (1994) who found the same relationship between transpiration and equivalent transpiration for wheat, although the study was conducted on a canopy level. On the other hand if  $g_l$  is considered as the surface

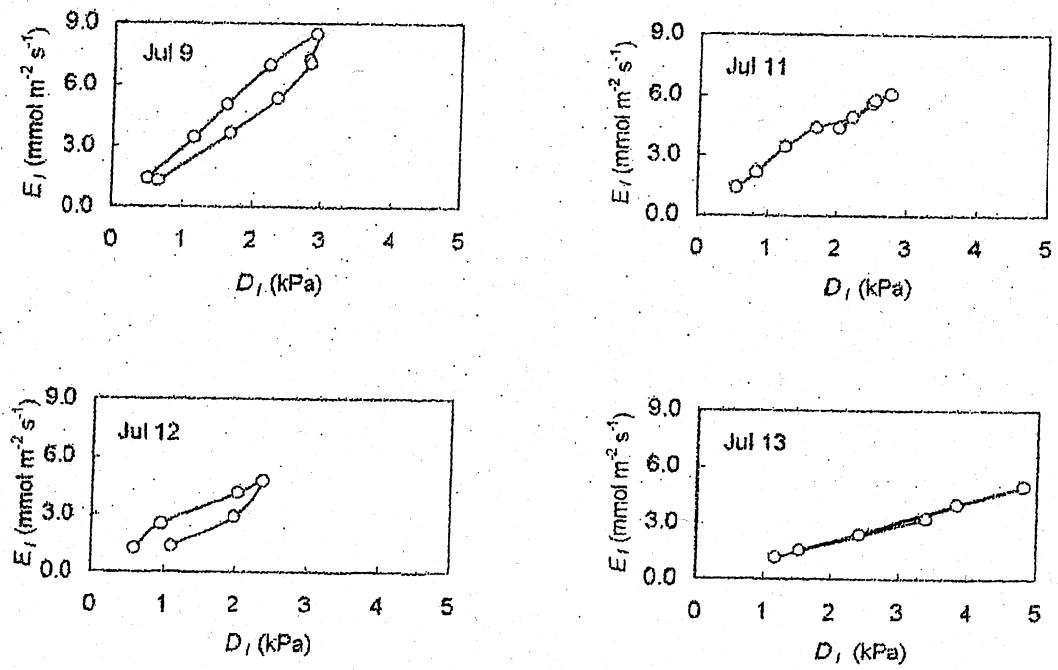


Fig. 10 Daily hysteresis curves between leaf transpiration ( $E_l$ ) and  $D_l$  followed different courses from day to day. Each point corresponds to the average of ten leaves.

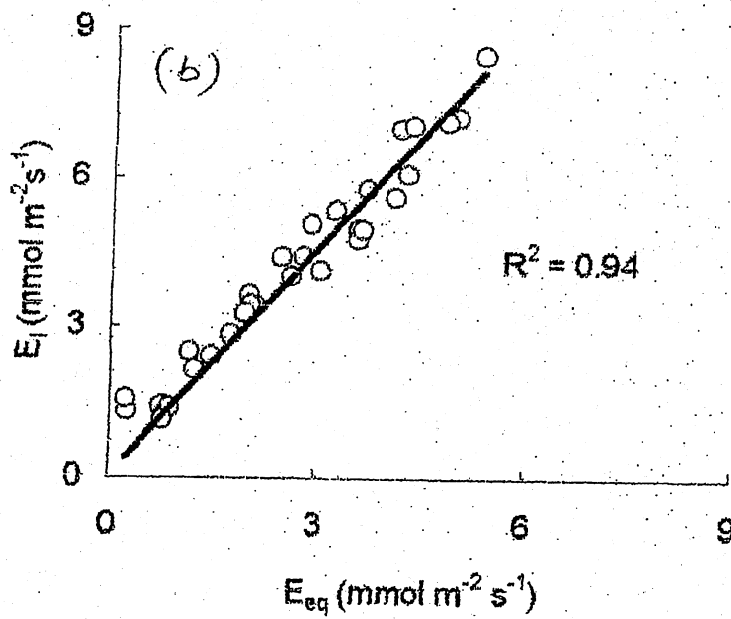
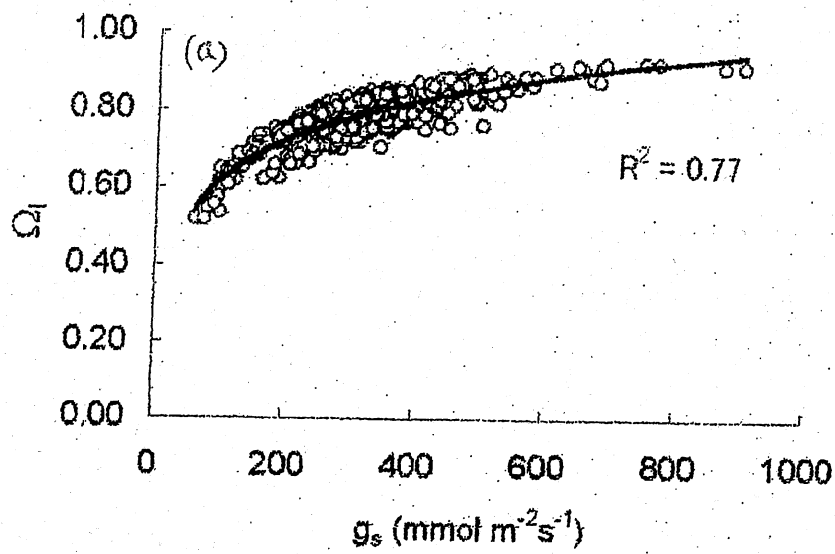


Fig.11 Relationship between the decoupling factor ( $\Omega_l$ ) and the stomatal conductance. High  $W$  produces a more close relationship between leaf transpiration ( $E_l$ ) and Equivalent leaf transpiration ( $E_{eq}$ )



conductance, it would suggest that still a good portion of the leaf transpiration is being controlled by the  $g_s$  and  $D_a$ . Even more, it would suggest that the relationship between the leaf boundary layer conductance and the leaf conductance would not be affected by changes in atmospheric pressure inherent to changes in elevations. In this study, we inclined for the first option, that the radiation pattern is changed at high elevations and this contributes to an enhanced influence on water control of those plants where *per se* have already an influence as it can be demonstrated with the decoupling factor.

#### 4. Conclusions

The ratio between net radiation and solar radiation is much higher than those calculated for lower elevations, due to a reduced longwave irradiation flux. This radiation pattern at high elevations, as it is the case in the Tibet experimental station, influenced the behavior of stomatal conductance and stomatal density distribution in hybrid winter wheat, with the adaxial-abaxial relationship being changed by altitude and light conditions. Stomatal conductance in both hybrids shows larger values than stomatal conductance for winter wheat found in other experiments conducted at sea level. However, each of them had different stomatal conductance values, which can be attributed to a different water use pattern or a different response toward the environment. The decoupling factor values in Tibet found in this study are higher than those found in previous studies for wheat at sea level and this is in response to higher stomatal conductances and lower boundary layer conductances. Thus, the control of net radiation in transpiration from wheat seems to be enhanced by these changes and by the change in the characteristic radiation pattern of high elevations.

Crops that are adapted to high elevations can behave as alpine plants

concerning their water movement as it has been shown in this study. However, it is very important to define the micrometeorological conditions of the study site being used since mountainous areas as those found at higher elevations can create microclimates with characteristics different to those expected, as with the low values of wind speed found here.

## Reference

1. Baldocchi D., 1994. A comparative study of mass and energy exchange over a closed C<sub>3</sub> (wheat) and an open C<sub>4</sub> (corn) canopy: I. The partitioning of available energy into latent and sensible heat exchange. *Agricultural and Forest Meteorology*, 67: 191-220.
2. Deanmead O.T., (1969). Comparative micrometeorology of a wheat field and a forest of *Pinus Radiata*. *Agricultural Meteorology*, 6: 357-371.
3. Choudhury B.J., Idso S.B. and Reginato R.J., 1987. Analysis of an empirical model for soil heat flux under a growing wheat crop for estimating evaporation by an infrared-temperature based energy balance equation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 39: 283-297.
4. Frederick R.J., 1997. CROP ECOLOGY, PRODUCTION and MANAGEMENT. Winter wheat leaf Photosynthesis, Stomatal conductance and Leaf Nitrogen Concentration during Reproductive Development. *Crop Science*, 37: 1819-1826.
5. Jarvis, P.G and McNaughton, K.G., 1986. Stomatal control of transpiration: Scaling up from leaf to region. *Advances in Ecological Research*, 15, pp. 1-49
6. Jones, H.G., 1992. *Plants and Microclimate*, Second edition. Cambridge University Press, Cambridge.
7. Koy E.M and Rasmusson D.C., 1970. Frequency and distribution of stomata

- in Barley. *Crop Science*, 10: 575-578.
8. Korner, Ch., 1994. Leaf diffusive conductances in the major vegetation types of the globe. In : Schulze, E-D., Caldwell, M.M. (Eds). *Ecophysiology of Photosynthesis. Ecological Studies*, vol. 100, Springer, Heidelberg, pp. 463-490.
  9. Korner, Ch. and Mayr, R., 1981. Stomatal behaviour in alpine plant communities between 600 and 2600 metres above sea level. In Grace et al. 1981, pp. 205-218.
  10. Korner Ch., Bannister P and Mark A.F., 1986. Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand. *Oecologia*, 69: 577-588.
  11. Korner Ch., Scheel J.A., & Bauer H., 1979. Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants. *Photosynthetica*, 13: 45-82.
  12. Larcher, W., 1995. *Physiological plant ecology. Third Edition.* Berlin:Springler-Verlag.
  13. McNaughton K.G. and Jarvis, P.G., 1983. Predicting effects of vegetation changes on transpiration and evaporation. In : *Water deficits and plant growth*, VOL VII, ed. Kozlowski, T. T., pp. 1-47. Academic Press. New York.
  14. Monteith, J.L. and Unsworth, M., 1990. *Principles of Environmental Physics.* Second edition. Edward Arnold, London.
  15. Mooney H.A., Strain B.R. West M., 1966. Transpirational range of alpine plants in the Sierra Nevada of California. *Amer. Mid. Nat.*, 74: 374-386.
  16. Perrier A., Katerji N., Gosse G., and Itier B. (1980) Etude "in situ" de l'évapotranspiration réelle d'une culture de blé. *Agric. Meteorol.* 21: 295-312.  
(In French)
  17. Smith W.K. and Geller G.N., 1979. *Transpiration at high Elevations: Theory,*

- Field Measurements, and Comparisons with Desert Plants. *Oecologia*, 41: 109-122.
18. Takagi K., Tsuboya T., Takahashi H. 1998. Diurnal hysteresis of stomatal and bulk surface conductances in relation to water vapor pressure deficit in a cool temperate wetland. *Agricultural and forest meteorology*, 91: 177-191.
  19. Tranquillini, W., 1976. Water relations and alpine timberline. In *Water and plant life*. pp. 473-491. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
  20. Zoltan T., Kalman S., Judit K., 1994. Response of Photosynthesis, Stomatal Conductance, Water Use Efficiency and Production to Long-Term Elevated CO<sub>2</sub> in Winter Wheat. *Journal of Plant Physiology* , 44: 661-668.

図1 ラサ生態  
観測所の  
玄関

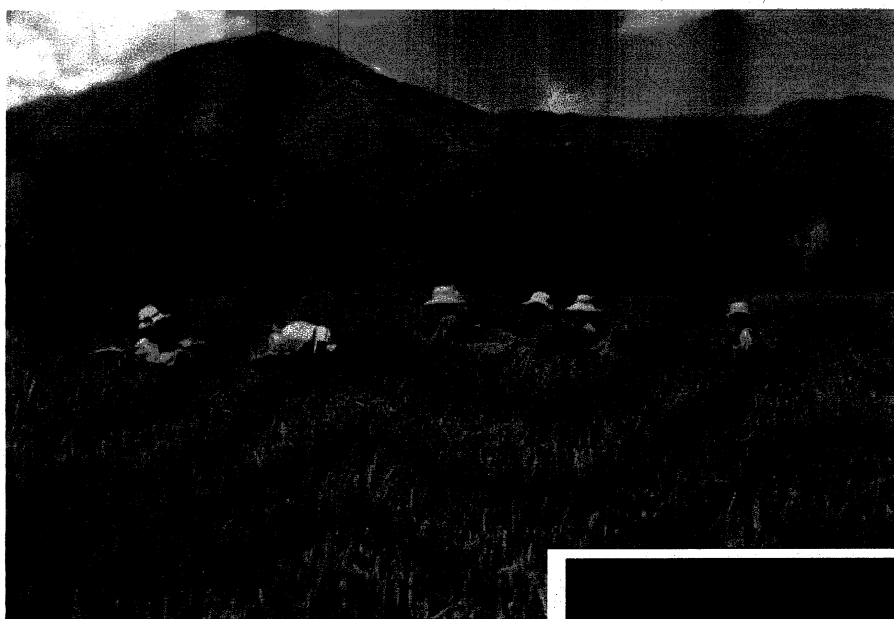


図2 ラサ生態観  
測所での作  
業風景

図3 ラサ生態観測所の  
気象測定機材

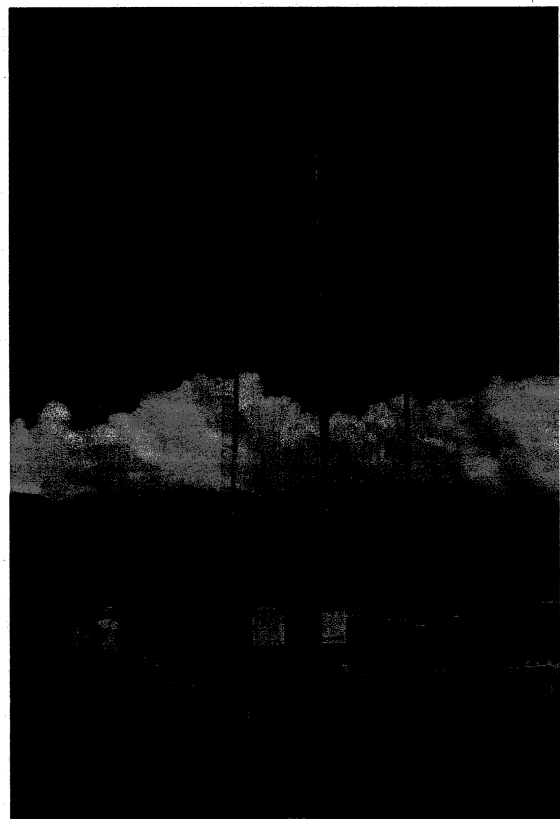


図4 ラサから  
当雄への  
峠道

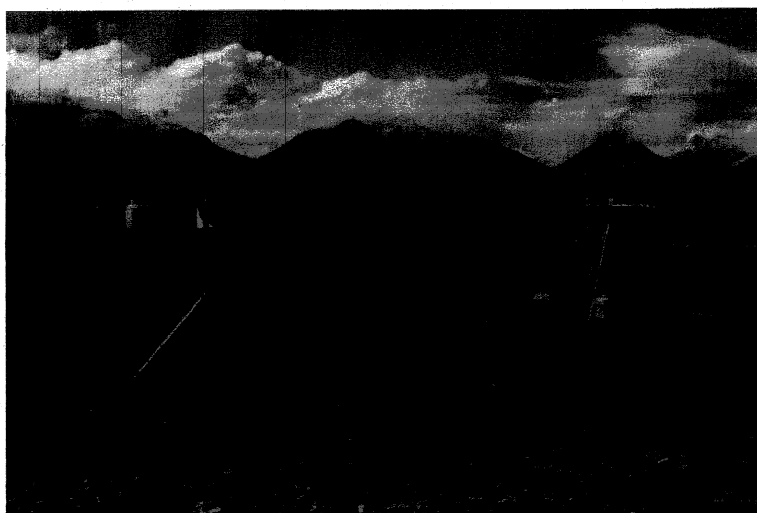


図5 当雄での観測  
風景

図6 当雄での  
観測機材  
と泊まった  
テント



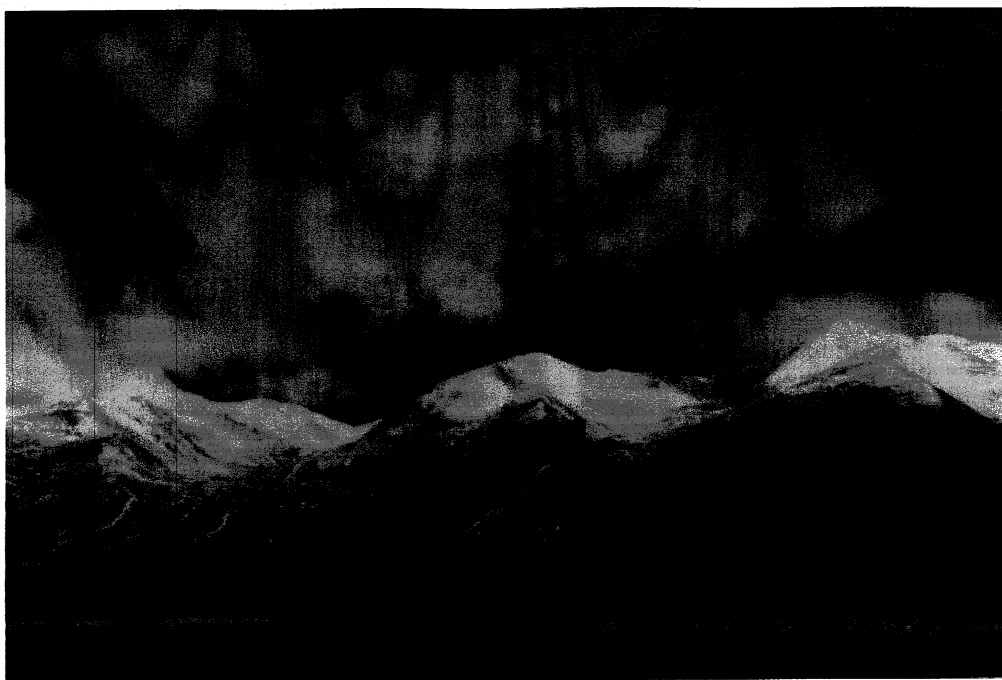


図7 当雄付近の山並み

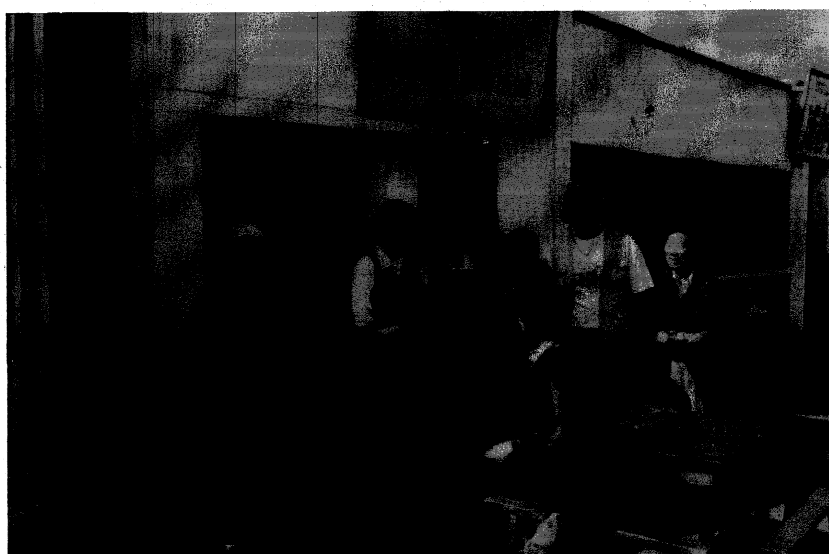


図8 当雄の食堂

図9 当雄での観測を見学に来た村人と子供たち





図 10 当雄での観測を見学に来た子供たち

図 11 当雄のヤクの  
放牧地



図 12 当雄の高山草地





## 第7章 チベット中央部での作物栽培

北海道大学大学院農学研究科 岩間和人

中国チベット自治区は東西約 2000km(東経 78.5~99 度)、南北約 1000km(北緯 27~36.5 度) に分布し、120 万  $\text{km}^2$  の広大な面積を有するが、その多くは標高 4000m を越える高原地帯であり、夏期の気温が低くて作物生産には適さない。このため、チベット自治区全体での草地面積 7360 万 ha に対して、耕地面積は 23 万 ha と極めて少ない。チベット族を中心とした高原地帯の住民の食糧は主として放牧により生産される家畜の肉と乳製品であるが、自治区全体で 238 万人 (1996 年) の人口の約 2/3 は自治区の首都であるラサ市 (東経 91 度、北緯 30 度) などの一部の都市部に集中しており、ここではコムギやオオムギなどの穀類も多く消費されている。チベット自治区の人口増加率は全国の省・自治区の中で最も高く、現状でも穀類が不足し、他省から移入されているため、穀類を中心とした作物生産量の増加が必要とされている。

チベット自治区の南部を東西に縦断してヤルンザンポ (YalungTsangpo) 川が流れており、この東半分では河谷部の標高が 4000m 以下であり、穀類を中心とした作物の主要栽培地域になっている。ラサ市、Shigatse 市などの人口の多い都市はこの河谷部にある。本研究では、ラサ市近郊の中国科学院ラサ農業生態試験所を根拠地にして、その試験圃場や近郊地域の農家圃場で栽培されている作物の生育状況を調査した。また、ラサ市の北方 150km にある Damshung まで自動車で行き、沿道河谷部での作物栽培を観察した。本報告ではこれらの調査の概略を述べる。

ラサ農業生態試験所は、ラサ市から 22km 西方の Taktse 村にあり、ヤルンザンポ川の支流である Kyichu 川に沿った平坦な沖積地に位置し、標高は 3700m である。所内には試験圃場が全体で 10ha 程あり、約 300  $\text{m}^2$  を単位にした区画が設けられている。川から引いた水路が圃場脇にあり、豊富な灌漑水を必要な時に常時利用できるようになっている。土壌表面から約 30cm の深さは、砂質の沖積土壌であり、山羊などの糞を主体にした堆肥が施用され、比較的有機物に富んでいる。30cm より深い土壌はれき (大粒の石) を多く含み、排水は良好である。

試験圃場には秋まきおよび春まきのコムギ、オオムギ(図 3)、トウモロコシ

## チベット中央部での作物栽培

北海道大学大学院農学研究科 岩間和人

中国チベット自治区は東西約 2000km(東経 78、5~99 度)、南北約 1000km(北緯 27~36、5 度) に分布し、120 万  $\text{km}^2$  の広大な面積を有するが、その多くは標高 4000m を越える高原地帯であり、夏期の気温が低くて作物生産には適さない。このため、チベット自治区全体での草地面積 7360 万 ha に対して、耕地面積は 23 万 ha と極めて少ない。チベット族を中心とした高原地帯の住民の食糧は主として放牧により生産される家畜の肉と乳製品であるが、自治区全体で 238 万人 (1996 年) の人口の約 2/3 は自治区の首都であるラサ市 (東経 91 度、北緯 30 度) などの一部の都市部に集中しており、ここではコムギやオオムギなどの穀類も多く消費されている。チベット自治区の人口増加率は全国の省・自治区の中で最も高く、現状でも穀類が不足し、他省から移入されているため、穀類を中心とした作物生産量の増加が必要とされている。

チベット自治区の南部を東西に縦断してヤルンザンボ (YalungTsangpo) 川が流れており、この東半分では河谷部の標高が 4000m 以下であり、穀類を中心とした作物の主要栽培地域になっている。ラサ市、Shigatse 市などの人口の多い都市はこの河谷部にある。本研究では、ラサ市近郊の中国科学院ラサ農業生態試験所を根拠地にして、その試験圃場や近郊地域の農家圃場で栽培されている作物の生育状況を調査した。また、ラサ市の北方 150km にある Damshung まで自動車で行き、沿道河谷部での作物栽培を観察した。本報告ではこれらの調査の概略を述べる。

ラサ農業生態試験所は、ラサ市から 22km 西方の Taktse 村にあり、ヤルンザンボ川の支流である Kyichu 川に沿った平坦な沖積地に位置し、標高は 3700m である。所内には試験圃場が全体で 10ha 程あり、約 300  $\text{m}^2$  を単位にした区画が設けられている。川から引いた水路が圃場脇にあり、豊富な灌漑水を必要な時に常時利用できるようになっている。土壌表面から約 30cm の深さは、砂質の沖積土壌であり、山羊などの糞を主体にした堆肥が施用され、比較的有機物に富んでいる。30cm より深い土壌はれき (大粒の石) を多く含み、排水は良好である。

試験圃場には秋まきおよび春まきのコムギ、オオムギ(図 3)、トウモロコシ

(スイートコーン) (図 4)、パレイショなどの食用作物 (図 7)、ヒマワリ、ゴマなどの油用作物、イネ科およびマメ科の牧草類が栽培されている (図 6)。また、圃場に隣接した場所にビニールハウスが設けられ、ダイコン、ネギ類、ウリ類など野菜が試験所員の自給も兼ねて栽培されている。試験としては、上述の作物について中国の他地域あるいはヨーロッパや南米から種子を導入して、現地の環境条件下での適応性の品種比較を行っている (図 5)。またコムギでは、栽植密度 (単位土地面積当りの栽培個体数) や化学肥料の投入量が生育と収量に及ぼす影響についても試験されている (図 8)。

所内には気象観測施設が設けられ、年間を通じて気温と降水量が測定されている。年間の平均気温は  $7.7^{\circ}\text{C}$ 、最暖月 (6 月) の平均気温は  $16.3^{\circ}\text{C}$ 、最寒月 (12 月) の平均気温は  $-1.5^{\circ}\text{C}$  である。無霜期間は 120-130 日で、年間の積算気温 ( $0^{\circ}\text{C}$  以上) は  $2980^{\circ}\text{C}$  である。札幌と比べると、年間の平均気温 (札幌  $8.2^{\circ}\text{C}$ ) はほぼ等しい。しかし、札幌では最暖月が 8 月と遅く、また平均気温も  $21.7^{\circ}\text{C}$  と高い。また、札幌では最寒月が 1 月で、その平均気温も  $-4.6^{\circ}\text{C}$  と低い。無霜日数は札幌の方が 40-50 日長い。さらに、日射量は両地域間で大きく異なり、年間の日射量 (全天日射量) は札幌では  $4361 \text{ MJ/m}^2$  であるのに対し、ラサでは  $7760 \text{ MJ/m}^2$  と極めて多い。また降水量も異なり、年間の降水量は札幌では  $1130 \text{ mm}$  であるのに対し、ラサでは  $425 \text{ mm}$  と少ない。しかし、ラサでは年間降水量の約 90% が 6 月中旬から 9 月末までに分布しているため、作物の生育期間中の降水量 (札幌での 5 月から 8 月の降水量は  $332 \text{ mm}$ ) での両地域間の差異は比較的小さい。

1999 年には 7 月 7 日から 17 日の期間に試験所に滞在したが、最高気温は連日  $30^{\circ}\text{C}$  以上であり、日中は極めて暑かった。しかし、早朝には気温が低く、 $10^{\circ}\text{C}$  前後であった。また、日中の日射が極めて強く、蒸散速度測定装置で測定した光合成有効放射量は  $2200 \mu\text{mol/m}^2/\text{sec}$  にも及んだ (札幌では夏期の晴天日でも  $2000 \mu\text{mol/m}^2/\text{sec}$  を越えることはまれである)。さらに、天気は周期的に日変化し、午前中はいずれの日も晴れることが多かったが、3 日に 1 日は午後に雲が多くなり、夕方頃に雷雨が 1-2 時間続いた。日中の日射量が多く、夕方には周期的に降雨があり、夜間には低温となるという、作物の乾物生産にとって理想的な環境条件であると感じた。

滞在期間中に主としてコムギとバレイショの生育状況を調査した。試験所では秋まきコムギの有芒種（穂に芒を持つ）と無芒種の2品種を調査対象とした（図1と図2）。両品種の正確な来歴と名前については不明であるが、いずれも20年ほど以前に中国北部地域からチベットに導入され、ラサ市を中心とした地域で広く栽培されている品種である。生育時期は出穂後2週間前後の乳熟期であった。北海道の秋まきコムギの栽培品種（以下、道内品種）の乳熟期（6月下旬）に比べると、やや遅い。

地上部形質についてみると、かん長（地上部長）は両品種とも100-110cmであり、道内品種に比べ10-20cm程度長かった。葉は止葉（植物体の最も上部にある最終に展開した葉）とその下の1葉程度が緑葉として着生していたのみであったが、止葉の幅は1.7~1.9cmであり、道内品種（約1.2-1.5cm）に比べ大きかった。止葉の長さは13~14cmで道内品種と類似したが、葉が著しく厚かった。このため、葉の薄さの指標である比葉面積（単位葉乾物重当たりの葉面積）は、道内品種の250-280cm<sup>2</sup>/g（出穂期）に比べると、チベットの両品種は170~180cm<sup>2</sup>/gと著しく小さかった。茎葉乾物重（穂は除く）は、有芒種では800g/m<sup>2</sup>であり、道内品種（600-800g/m<sup>2</sup>、出穂期）と等しかったが、無芒種では1200g/m<sup>2</sup>と著しく大きかった。

穂の形質についてみると、穂数は有芒種が約400本/m<sup>2</sup>、無芒種が約700本/m<sup>2</sup>と品種によって大きく異なっていたが、道内品種間でも同程度の差異が認められる。芒を除いた穂長はほぼ道内品種と同程度の8~10cmであったが、小穂数が22~26もあり、特に無芒種では顕著に多かった（道内品種では10~15小穂）。

収穫期（8月下旬）の最終的な収量（単位土地面積当りの収穫量）については滞在期間中に調査できなかつたので、中国側研究分担者の張博士（ラサ農業生態試験所・所長）に調査を依頼した。子実収量は有芒種では620g/m<sup>2</sup>、無芒種では1150g/m<sup>2</sup>を示し、道内品種（400-700g/m<sup>2</sup>）に比べ多収であり、特に無芒種では著しく多収であった。この理由としては、両品種ともに粒重が49mg/粒と大きく（道内品種は約35mg/粒）、これに加えて無芒種では粒数が23500粒/m<sup>2</sup>と著しく多かった（道内品種では約16000粒/m<sup>2</sup>）。

以上のように、試験所の圃場で栽培されていたコムギ品種は道内品種に比

べ著しく葉が厚く、これは光合成にとって有利な特性と考えられた。また、無芒種では茎が太く、剛健であり、茎葉重が大きかった。さらに、穂の小穂数も著しく多く、光合成産物の貯蔵能力を示す子実数に優れていた。粒重については、調査した乳熟期でも粒が大きいことを観察できたが、収穫期の結果でも確認された。これらのことから、調査した 2 品種はいずれも収量が高く、特に無芒種では北海道での多収記録 (900g/m<sup>2</sup>) をも凌駕する驚異的な値であった。コムギ収量は現在イギリスで最も高いが、本研究で調査したコムギ品種の収量は、イギリスで報告されている最も高い収量よりも大きい。従って、チベットは世界の中でコムギの最多収地域であると考えられ、環境および品種の両面から多収理由を明らかにすることは、日本のみならず世界各地の今後のコムギ栽培方法や育種方法の改善にとって極めて興味あることといえる。

試験所での滞在中に近郊への自動車旅行と徒歩での旅行を各 1 日行った。自動車旅行ではラサの北方約 150km の Damshung までを往復した。Damshung は青海省の Golmod (中国の平野部からチベットへの物流運搬の起点) とラサを結ぶ国道の沿道に位置し、観光地としても有名な Namtso 湖に行く分岐点でもある。

ラサを出ると国道は西北に向かい、ヤルンザンボ川の支流の Tolungchu 川にそって上った。谷幅は数 km と広く、道路はほとんどが舗装されていた。川沿いの平坦部や Tolungchu 川に流れ込む支流の扇状部には麦類を中心とした比較的広い畑が広がっていた。ラサを出て 1 時間ほどは試験所の圃場と同じく登熟中期の麦類のやや黄色がかった畑が多かったが、その後出穂期頃の青い畑に変わった。一部の畑には菜種が植えられており、開花期の菜種畑が麦畑にパッチ模様をつくっていた。菜種はその子実から油をとって食用油として利用するとともに、畑の地力維持のためにも利用されていると思われた。麦類の中に菜種が混入している畑も多く見られたが、これは菜種と麦類が輪作されており、前年の菜種栽培で畑に落ちた種子が翌年の麦類の畑で発芽し、混在しているものと思われた。なお、川沿いの畑には上流部から灌漑水路が引かれていた。

標高が高まるにつれて谷幅は徐々に狭まり、3900m を越える地点が最後の

麦畑であった。ここで栽培されていたのは「青麦」と呼ばれるオオムギで、チベットでの古来からの作物である。出穂前の穂も見られ、生育がラサ近郊に比べ半月以上も遅れていた。標高の上昇に伴う気温の低下が栽培時期を遅くしているものと考えられた。なお、チベット人は従来、「青麦」の粉を煎って、これを山羊等のミルク茶と練ったものを常食としてきた。しかし、「青麦」の収量はコムギに比べ低いので、中国政府はコムギの栽培を奨励しており、「青麦」の栽培面積は減少している。

標高 4000m 前後から谷が急に狭まり、道路の傾斜もきつくなった。ラサ出発後約 2 時間で Yangpachen を通過した。ここには温泉が噴きだし、これを利用した地熱発電所や保養地が設けられてる。この後、国道は東北に向きを転じ、風景は一変した。谷幅は 30km 程に広がり、その中心部を幾重にも分かれた小川が蛇行し、草丈 50cm 程の自然草地が一面に広がっていた。その所々にはチベット特有の家畜であるヤクが放牧され、放牧民の住居であるパオ（黒色のテント）が時折見られた。国道の左手には 7000m を越える Nyanchen Thanglha 峰が雪をいできてそびえ、道路沿いの眺めの良いところには数多くのお祈りの旗がかざられていて、チベット人が聖峰として崇めていた。道路はほぼ平坦となったが、小川を渡る橋が整備されていないところもあり、ぬかるみを苦労して渡ることも数回あった。現在、道路整備が盛んに進められていた。

約 3 時間で目的地の Damshung に到着した。標高は 4200m 程で、晴れていたが気温は 15℃前後と低く、厚手の長袖を着ても肌寒さを感じた。国道沿いには数多くの小さな商店が並び、国道を往来する人達や道路工事の人達の休憩所となっていた。私達も四川料理のレストランで昼食としたが、ここで食べた妙め肉（羊肉と思われる）は、臭いもなく、柔らかく、極めて美味であった。なお、Namtso 湖に分かれた道の前方には、低層のコンクリート建築も見え、行政の支所がおかれているものと思われた。

Damshung からさらに 30 分程先に進み、自動車から降りて周辺の草地を調査した。道路添いには高さ数 10m の丘が連続し、その斜面はれき混じりの土壌で、10cm にも満たない草が生え、所々には高山植物がきれいな花を群生させていた。近くのパオにはヤクが 10 頭程繋がれており、丁度ミルクを絞ってい

るところを見ることができた。

ここを最終到達地として往路を引き返した。復路の途中で標高と作物栽培との関係を再度確認したところ、作物の栽培は 3900m 以下で開始し、これは主として気温が制限要因になっているものと考えられた。3800m 以下になると、トウモロコシの畑も見られた。また、ラサに近づくと簡易的なビニールハウスが道路沿いに多くなり、ここではナスや葉菜類、あるいはインゲンなどの豆類の野菜が栽培されていた。なお、案内していただいた試験所・前所長の張氏の説明によると、一部の地域では 4200m でも作物（麦類やバレイシヨ）が栽培されているとのことであった。

滞在の最終日には、試験所の宿舎から毎日眺めていた近くの小山（標高約 4300m）に登った。試験所のある Taktso 村から徒歩で山裾に向かった。村を離れると河岸段丘上の比較的広い面積の畑が広がっていた。主として秋まきコムギが栽培されており、試験所で調査した無芒種が多かった。生育状況は試験所とほぼ同一で、穂の粒も大きく、収量レベルも高いものと思われた。一部の畑ではバレイシヨが栽培されていた（図 9）。日本での栽培と同様に培土（塊茎の肥大を助けるために土を株もとに寄せること）がなされ、生育時期は開花終期頃であった。生育状況は畑によって、また一枚の畑の中でも異なった。生育の良好な箇所では 70cm 程度の草丈であったが、悪い箇所では 30cm にも満たず、良好な箇所と悪い箇所が比較的明瞭に分かれていた。生育の良い箇所でも、株の下葉には茶褐色の斑点が見られ、おそらくはウイルスに罹病しているものと思われた。試験所で栽培されていたバレイシヨは草丈が 1m 近くに達し、旺盛な生育を示していたが、下葉には同様の症状が認められた。種イモがウイルスに冒され、その罹病の程度（種イモの更新年数）によって生育の違いが起こっているものと思われた（図 10）。

畑が終わると急ながれきの崖となり、ここにつけられた小道を登った。30 分程で尾根の末端に到着し、Kyityu 川の広い河原を中心にして、試験所や Taktse 村を囲む地域を一望でき、遠くにはラサの市街も見えた。河は幅 1km を越える広い氾濫原を持ち、その山裾に平坦な畑が広がっていた。河の一部には堤防があり、そこから灌漑水路が畑に引かれていた。また、河に流れ込む支流の扇状地でも、比較的高い場所まで麦類と思われる畑が続いていた。

川や扇状地に沿って集落が散在しているが、住民数に比べると周囲の畑の面積は大きく、この地域がチベットの主要な穀倉地帯の一つであることが納得された。

その後は尾根上の道をたどり、傾斜は比較的緩やかであったが、標高が4000mを越える頃からは息が苦しくなり、10m歩くたびに立ち止まり、息を整える必要があった。斜面は草丈10cm程度の草地で、山裾の村の羊が放牧されていて、私達を追うようにして斜面を登っていた。また、途中では薬草を採取している村人と一緒になった。薬草の販売がこの地域の村人の貴重な収入源になっているとのことであった。

約3時間で頂上に着いた。帰りは草地となっている斜面を降りたが、遠くから見ると平らな斜面に見えたのに、実際には羊の踏み跡が細い階段状になっていて、思ったよりも歩きづらかった。しかし、下るにつれて空気が濃くなっていることが実感でき、4000mを切る頃から急に息が楽になった。1時間ほど下ると、ゴルジ状の涸れ沢の開始部となり、頂上を出てから2時間ほどで裾野に帰り着いた。幸い天候に恵まれたが、標高差500m程度の小山にもかかわらず、かなり疲労した。

以上、1999年の調査の概略について作物を中心に述べた。本研究の中国側メンバーである試験所長の張博士とは英語で意志疎通ができたが、前所長の張先生や試験所員には英語がほとんど通ぜず、作物の栽培方法や品種などの専門的な事項について不明な点が多く残った。また、札幌からラサまでの旅程に2日さらにラサ到着後も3日程度の高度順化を要し、2週間の旅行中に作物調査を行えたのは1週間にすぎなかった。しかし、試験所には乾燥機や電子天秤などの作物調査に最低限必要な機器が備えられており、また中国側研究者の対応も行き届いていた。このため、初めての土地であったにもかかわらず、得るものは大きかった。さらに、滞在中に張所長を初めとする中国側研究者から作物調査に対する強い期待を述べられ、作物調査を主体とするプロジェクトの発足を求められた。このため、2000年度の科学研究費の申請において、海外学術調査「中国チベット高原における作物の光合成と物質生産の実態とCO<sub>2</sub>増加の影響の解明」の課題で応募したところ、幸いなことに2000～2001年度の研究として採択された。2000年にはこの課題のもとで、5



月と8月にチベットを訪問し、ラサの試験所で調査を行った。

最後に、チベットでの作物調査の貴重な機会を与えていただいた、本研究代表者である帯広畜産大学の本江昭夫先生、ならびに本調査旅行の団長である北海道大学の高橋英紀先生に、心よりお礼申し上げます。

拉薩郊外の中国科学院拉薩農業生態試驗所を中心に調査を行った。その時の写真を以下に示す。

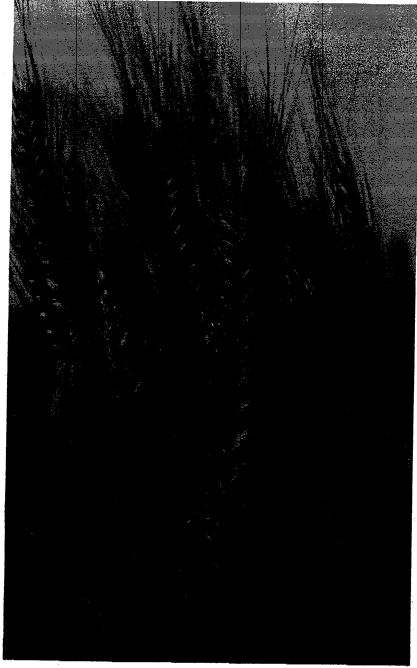


図 1 試験所の圃場で調査した秋まきコムギの有芒種



図 2 試験所の圃場で調査した秋まきコムギの無芒種

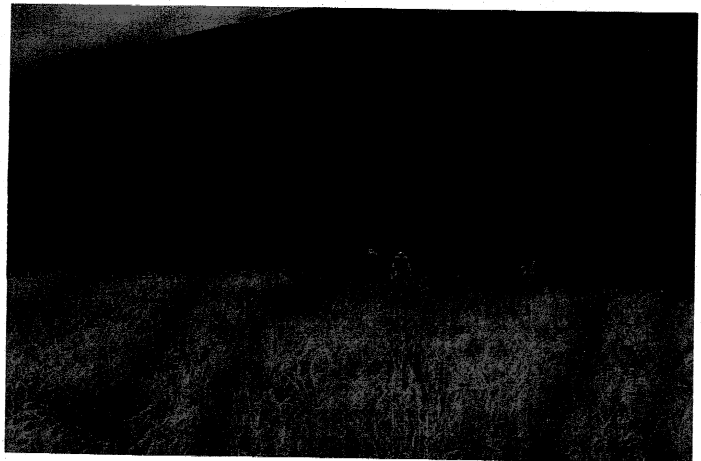


図 3 試験所の圃場で試験されていた収穫期のオオムギ

図 4 試験所の圃場で試験されていた南米から導入した油料作物（青色の作物）とスイートコーン



図5 試験所の圃場で試験されていたソ  
ラマメ

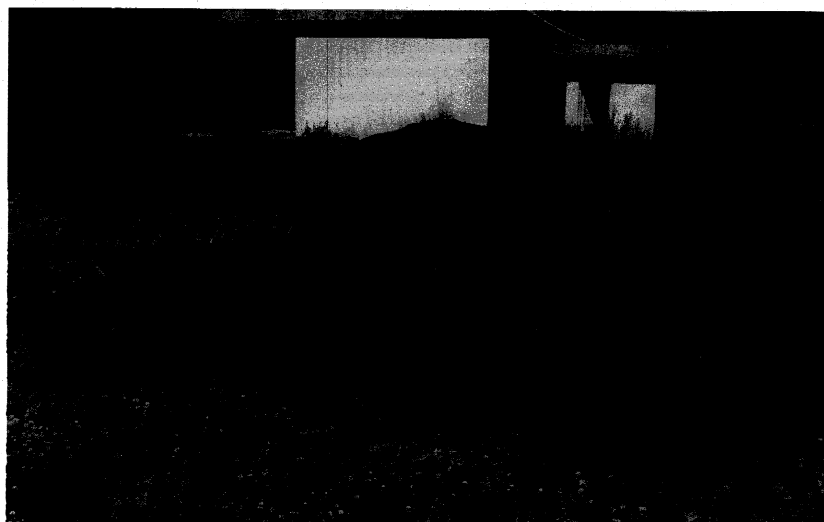
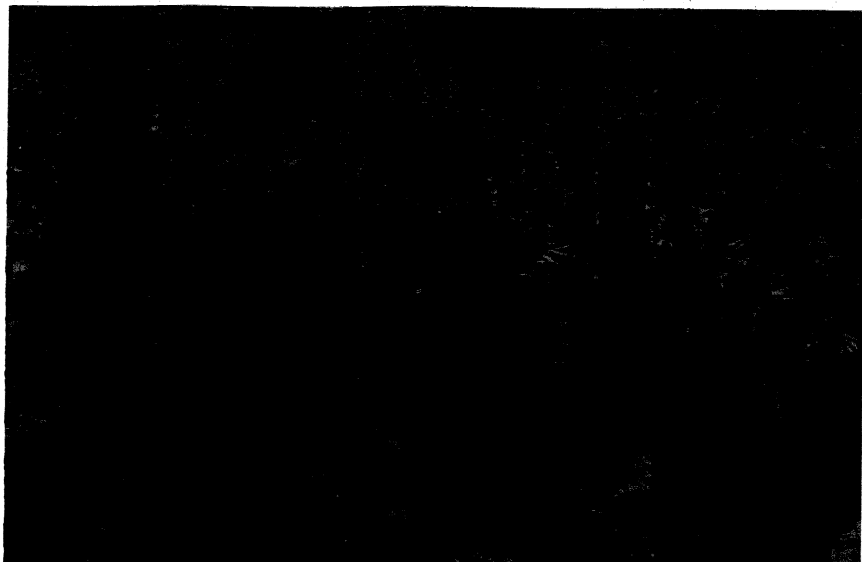


図6 試験所の圃場で  
試験されていた  
牧草類

図7 試験所の圃場で試験さ  
れていたバ  
レイショの  
地下部.



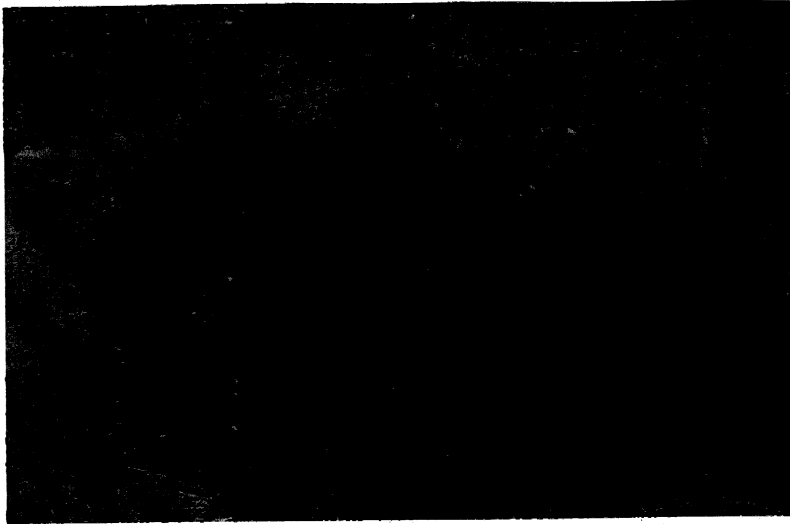


図 8 試験所で使われていた羊の糞を主体とした堆肥

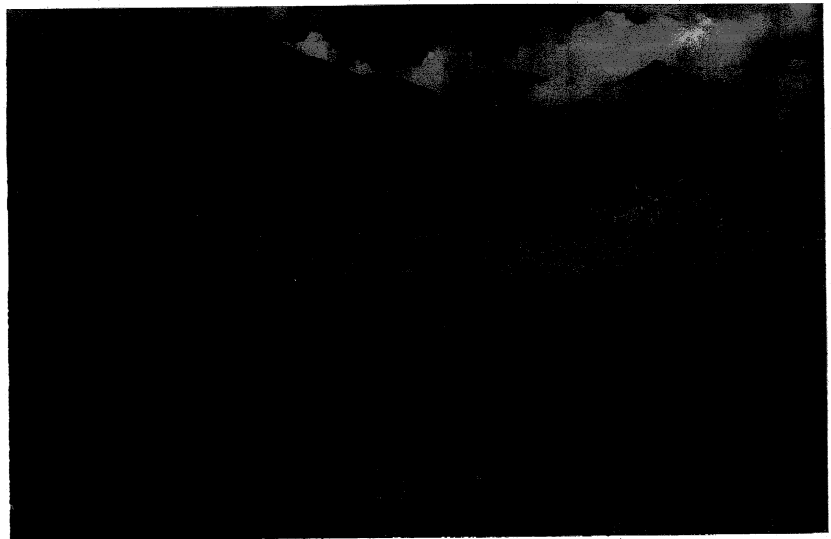


図 9 Taktse 近郊の農家圃場 (バレイシヨとコムギ)

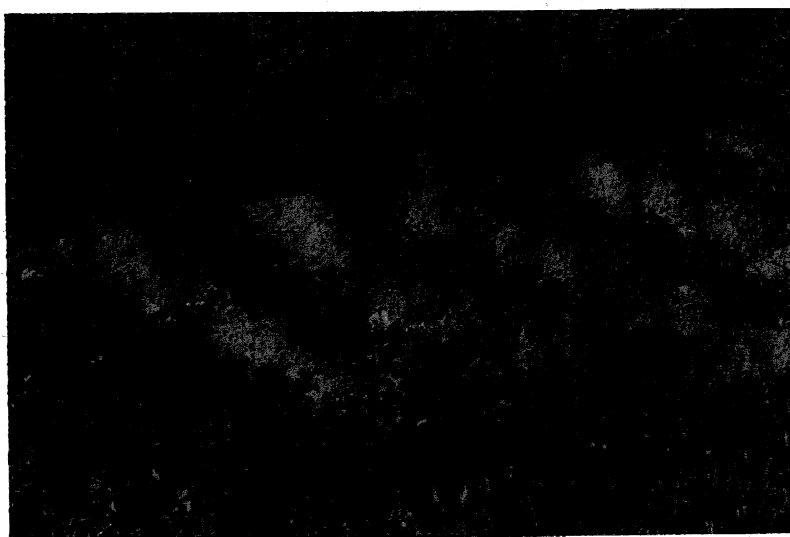


図 10 Taktse 近郊の農家圃場 (ウイルスに罹病して生育が抑制されたバレイシヨ)