

土壤有機化合物を環境指標とした  
土壤環境変化の追跡

課題番号 04806009

平成4年-5年度科学研究費補助金 一般研究(C) 萌芽 研究成果報告書

平成6年3月

研究代表者 筒木 潔  
(帯広畜産大学畜産学部助教授)

# 目次

	頁
はしがき	1
第1章 緒言	3
第2章 供試試料	5
第3章 泥炭地植物および泥炭土の酸化銅アルカリ分解 によるフェノール性化合物組成	14
第4章 泥炭地植物および泥炭土の脂肪酸組成	29
第5章 泥炭地植物および泥炭土のステロール組成	51
第6章 泥炭地植物および泥炭土の糖組成	61
第7章 結論	86
要約	88
文献	90

## は し が き

本報告は、平成4年-5年度文部省科学研究費補助金一般研究(C)萌によって、下記の研究組織により行われた研究成果をとりまとめたものである。研究の課題名は、「土壤有機化合物を環境指標とした土壤環境変化の追跡」(課題番号04806009)である。

本研究では、リグニン由来のフェノール性化合物、脂肪酸、ステロール、中性糖の土壤中での安定性に注目し、これらの化合物の環境指標としての役割を検討した。試料として扱ったのは、水利学的・生物学的・環境保全的に重要な機能を持つ泥炭地の土壤である。泥炭地の土壤・植生・環境は、自然的な遷移の結果、あるいは気候変化、海面変動、地形変化、さらには農業や開発行為等の人為作用の結果を著しく反映させる、脆弱で敏感なシステムである。泥炭の有機物組成は、泥炭地の環境変化を追跡する上で、格好の指標と考えられた。

土壤有機物は普遍的存在であることから、土壤有機物の組成を指標とした土壤環境の評価法を確立することの意義は大きい。また環境と土壤有機物の化学組成の関連についての一般法則を明らかにすることは、古環境復元の目的や、現代における環境保全の目的に対しても、貢献するところが大きいものと考えられる。

試料の採取や研究の進め方については、帯広畜産大学の近藤錬三教授から多くの御指導を頂いた。同大学の近堂祐弘教授からも有益な御意見を頂いた。

また、同大学の4年生諸君には、卒論として、本研究の一部および周辺を分担して頂いた。

2年間にわたる研究の成果の解析と整理はまだ完了しておらず、関連の研究は現在も進行中である。本報告の内容および本報告にまとめることのできなかつた内容については、今後、学会誌等で発表したい。

## 究組織

研究代表者 筒木 潔 (帯広畜産大学畜産学部助教授)

## 究経費

平成4年度 1,600千円

平成5年度 300千円

## 究発表

### (1) 学会誌等

Soil Science and Plant Nutrition 投稿準備中

### (2) 口頭発表

1. 筒木 潔・近藤錬三・町田理枝・吉藤真紀子

泥炭地構成植物および泥炭土壌のフェノール性化合物・脂肪酸組成

日本土壌肥料学会沖縄大会 平成5年4月2日

2. 筒木 潔・近藤錬三・森 隆一・西嶋 慎

美唄湿原泥炭土有機物組成の乾燥化に伴う変化

日本土壌肥料学会京都大会 平成6年4月3日

## 第1章 緒言

現代、地球規模の環境変化が危惧されるなかで、土壤環境の破壊も例外ではない。また農業による環境汚染や土壤肥沃度の低下が反省され、持続型農業システムの構築が求められている。このようななかで、土壤有機物は、植物や土壤微生物への養分の供給、農薬や重金属の毒性緩和、土壤団粒の形成、土壤侵食の防止など多様な役割を果たしており、その多面的機能への期待が高まっている。

その反面、土壤有機物自体が環境変化や農業生産システムの変化の影響を受けて質的・量的な変化を受けていることにも注目する必要があるが、土地の生産性や環境保全に対して重要な役割を負っている土壤有機物への環境の影響についてはほとんど研究が行われていない。

土壤有機物中には腐植物質と共存して、腐植物質へと変化する途上の成分がかなりの量含まれている。これらの成分の化学組成は、土壤有機物の起源となった植物体や微生物体の情報を引継ぐとともに、土壤有機物が形成される過程で加わった環境の作用を鋭敏に反映しているものと考えられる。従って、本研究では、分解抵抗性が大きいため土壤有機物中に残存しやすいリグニン成分と脂質成分、さらに、微生物活動および植生の貢献度に関する情報を提供する糖組成を指標としてとりあげ、環境と土壤の相互作用を土壤有機物組成の視点からより詳細に明かにすることを目的とした。

本研究で主として取り扱った土壤は、北海道に広く分布する泥炭土である。泥炭地を含めた湿地は、水利学的・生物学的・環境保全的に重要な機能を持つものである。しかし、その湿地の生態系が、農業や開発行為等の人為の影響を最も受けやすい脆弱なシステムであることが、近年多くの研究者によって指摘されており、このことは北海道の泥炭地においても例外ではない。また、泥炭土を含めた湿地の土壤は、それが堆積した環境の変化を知る上で、有力な指標となることも指摘されている (Reddy and Patrick 1993)。従って、上述した本研究の目的にとって、泥炭土は最も適した研究対象となると考えられたからである。

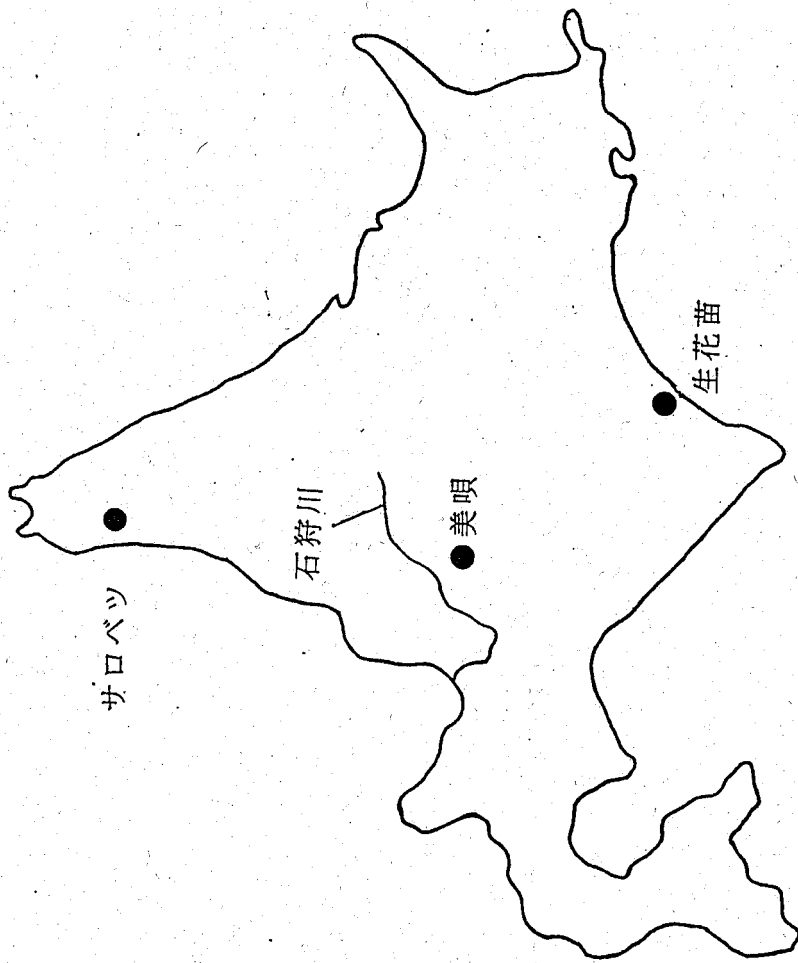


図1. 供試試料の採取地

## 第2章 供試試料

### 1. 泥炭地植物試料

北海道の泥炭地に生育する代表的な植物13種を各部位に分けて供試した。試料名は表1に示したとおりである。また、これらの炭素・窒素含量を表2に示した。炭素率(C/N比)は、後述する泥炭土試料の値と比べて、いずれの試料も非常に高かった。

### 2. 泥炭土試料

北海道の主要泥炭地から、道東十勝地方の生花苗泥炭土、道北宗谷地方のサロベツ高位および低位泥炭土、道央空知地方の美唄泥炭土、計4断面の各層位から採取した試料、計42点を供試した。これらの試料の採取地点および断面図は図1から図5に示した。

表3は供試した各断面試料の炭素・窒素含量および腐植化度の指標についてまとめたものである。炭素・窒素・腐植化度の分析方法については、フェノール性化合物の定量法と併せて、次の章にまとめて示した。

生花苗泥炭はハンノキなどの灌木を交える低位泥炭地の断面であり、分解が非常に良好で、黒泥状であり、有機物含量およびC/N比が低く、他方 Kaila法(1956)による腐植化度は非常に高かった。

サロベツ高位泥炭断面は第1層から第5層まではミズゴケ、ホロムイヌゲ、ツルコケモモなどを構成植物とする高位泥炭層であったが、第6層から第8層まではハンノキ、ヨシ等を構成植物とする低位泥炭であった。第6および第7層に含まれた植物遺体(ヨシ)の分解度は非常に低かった。炭素含量は51%から63%の間に分布し一様に高かった。C/N比は高位泥炭層の方が低位泥炭層よりも高かった。腐植化度は供試した4断面の中で最も低かったが、表層へ移行するに伴って増大した。

サロベツ低位泥炭断面は第1層から第6層までの全層位がヨシを主要な構成植物とする低位泥炭であった。炭素含量は50%から65%と高かったが、C/N比は20から29の間で推移し、低かった。腐植化度は28から62で、上記のサロベツ高位泥炭断面と比べて明らかに高かった。また高位泥炭断面の場合と同様、腐植化度は表層へ移行するに伴って増大した。

美唄泥炭土断面は約48cmまでがミズゴケ、ホロムイヌゲ、ツルコケモモを構成植物とする高位泥炭層であったが、上部13cmは分解度が高く、13cmから48cmまでは分解中程度であった。また48cmから68cmまではヌマガヤ、ヨシを構成植物とする中間泥炭層であり、68cm以下はヨシ、ハンノキを構成植物とす

低位泥炭層であった。炭素含量は低位泥炭層の上部で若干低下し、土砂の混入推察させた他は、一様に高かった。C/N比は、最上部の分解度の高い層位をけば、高位泥炭層、中間泥炭層、低位泥炭層の順に、後者程低い傾向が認められた。

美唄泥炭断面の腐植化度は、高位泥炭層の下部が最も低く、低位泥炭層では高かった。また高位泥炭層でも表層に移行するに伴って腐植化度が著しく増大した。泥炭土の腐植化度は、サロベツ高位および低位泥炭断面、美唄泥炭土断面のいれにおいても、表層付近で著しく増大していたが、これは泥炭地あるいは泥炭周辺地の耕地化に伴い、水位が低下し泥炭の分解が進行したためである。



表1 供試泥炭構成植物

植物名	学名	採取地	部位
低位泥炭構成植物 ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	生花苗	茎 ヒゲ根
フトイ ヤチハンノキ	<i>Scirpus lacustris</i> <i>Alnus japonica</i>	湧洞沼 美 唄	地下茎 茎 木部
中間泥炭構成植物 ヌマガヤ	<i>Moliniopsis japonica</i>	生花苗	かん基部 根基部
ワタスゲ	<i>Eriophorum vaginatum</i>	生花苗	根 葉鞘
ヤチヤナギ ヤマドリゼンマイ	<i>Myrica gale</i> <i>Osmunda cinnamomea</i>	美 唄 生花苗	根 木部 塊茎 根
高位泥炭構成植物 ミズゴケ (生花苗)	<i>Sphagnum spp.</i>	生花苗	全体
(A)		美 唄	全体
(B)		美 唄	全体
(C)		美 唄	全体
ホロムイスゲ ツルコケモモ エゾイソツツジ	<i>Carex middendorffii</i> <i>Vaccinium oxycoccus</i> <i>Ledum palustre</i>	美 唄 美 唄 美 唄	地上部 全体 木部
乾燥化した泥炭地の植物 クマイザサ	<i>Sasa palmata</i>	美 唄	葉 茎 根 細根

生花苗 広尾郡 大樹町 生花苗沼  
湧洞沼 中川郡 豊頃町 湧洞沼  
美唄 北海道農業試験場 水田土壌管理研究室 美唄分室 敷地内

表2 泥炭構成植物の炭素、窒素含量およびC/N比

泥炭名	試料名	C%	N%	C/N
低位泥炭	ヨシ 茎	42.9	0.28	155
	ヨシ ヒゲ根	42.7	1.31	32.6
	ヨシ 地下茎	41.8	1.04	40.3
	フトイ	42.8	0.66	64.8
	ヤチハンノキ	61.2	0.95	64.4
中間泥炭	ヌマガヤ 稈基部	46.3	1.33	34.8
	ヌマガヤ 根基部	48.5	1.31	37.0
	ヌマガヤ 根	44.7	1.32	33.7
	ワタスゲ 葉鞘	47.0	0.87	54.0
	ワタスゲ 根	45.6	0.60	75.7
	ヤチヤナギ	50.5	1.17	43.2
	ヤマドリゼンマイ 塊茎	53.3	0.87	61.5
ヤマドリゼンマイ 根	44.9	0.86	52.1	
高位泥炭	ミズゴケ 生花苗	31.9	0.71	45.0
	ミズゴケ A	41.1	0.54	75.6
	ミズゴケ B	33.6	0.58	58.1
	ミズゴケ C	40.2	0.79	50.8
	ホルムイスゲ	49.3	0.48	102
	ツルコケモモ	48.5	0.31	159
	エゾイソツツジ	46.3	0.38	123
乾燥地	クマイザサ 葉	44.9	1.43	31.5
	クマイザサ 茎	46.4	0.28	170
	クマイザサ 根	49.3	0.34	144
	クマイザサ 細根	44.6	0.99	45.3

表 3 各泥炭土の炭素、窒素含量、C/N比および腐植化度

試料名	C%	N%	C/N	AlogK	550nm	340nm
生花苗低位泥炭						
Oa1	21.8	1.49	14.6	0.75	49.5	437
Oa2	33.3	1.66	20.1	0.51	108	472
Oa3	1.7	0.03	52.9	0.67	3.44	23.3
Oa4	19.6	0.94	20.8	0.58	45.1	236
Oa5	2.0	0.11	19.1	0.64	5.58	36.5
Oa6	26.0	1.27	20.4	0.67	43.8	286
サロベツ高位泥炭						
SH1	65.9	2.00	33.0	0.94	21.0	230
SH2	67.5	2.13	31.7	0.90	14.0	145
SH3	64.4	1.30	49.7	0.76	11.3	104
SH4	68.9	1.79	38.5	0.77	11.3	93.9
SH5	66.1	1.76	37.5	0.82	9.02	82.2
SH6	57.7	2.28	25.4	0.81	10.4	91.1
SH7	71.3	3.29	21.6	0.81	10.3	91.1
SH8	55.4	2.55	21.7	0.62	15.8	104
サロベツ低位泥炭						
SL1	59.5	3.55	16.8	0.66	63.7	441
SL2	68.5	3.11	22.0	0.63	65.0	397
SL3	67.0	2.83	23.6	0.64	57.5	331
SL4	68.0	3.04	22.4	0.63	57.8	328
SL5 <sup>上</sup>	72.0	2.51	28.7	0.68	34.7	229
SL5 <sup>下</sup>	55.4	2.86	19.3	0.66	41.4	250
SL6	68.6	2.95	23.3	0.67	44.5	277
美唄泥炭						
B0	39.5	1.53	25.7	0.90	42.1	479
B13	68.7	1.76	38.9	1.00	38.5	502
B18	66.9	2.49	26.8	1.00	31.9	406
B23	70.1	2.22	31.6	0.92	19.5	222
B28	69.3	2.43	28.5	0.76	18.3	162
B33	73.8	2.53	29.2	0.80	16.7	152
B38	74.9	2.76	27.1	0.81	15.4	146
B43	75.8	2.36	32.1	0.84	17.1	171
B48	74.0	3.66	20.2	0.80	20.3	176
B53	75.5	3.60	21.0	0.79	22.9	196
B58	74.9	3.94	19.0	0.76	29.7	233
B63	71.7	3.41	21.1	0.73	30.0	231
B68	66.6	2.51	26.5	0.79	22.0	184
B73	53.8	3.14	17.1	0.82	28.8	247
B78	39.7	2.08	19.1	0.80	23.1	193
B83	50.9	2.52	20.2	0.65	45.1	242
B88	58.7	2.82	20.8	0.76	39.9	305
B93	65.0	3.00	21.6	0.73	35.8	266
B98	64.9	3.13	20.8	0.79	28.3	229
B103	66.6	4.09	16.3	0.76	25.9	201
B108	69.3	3.51	19.7	0.74	28.8	220

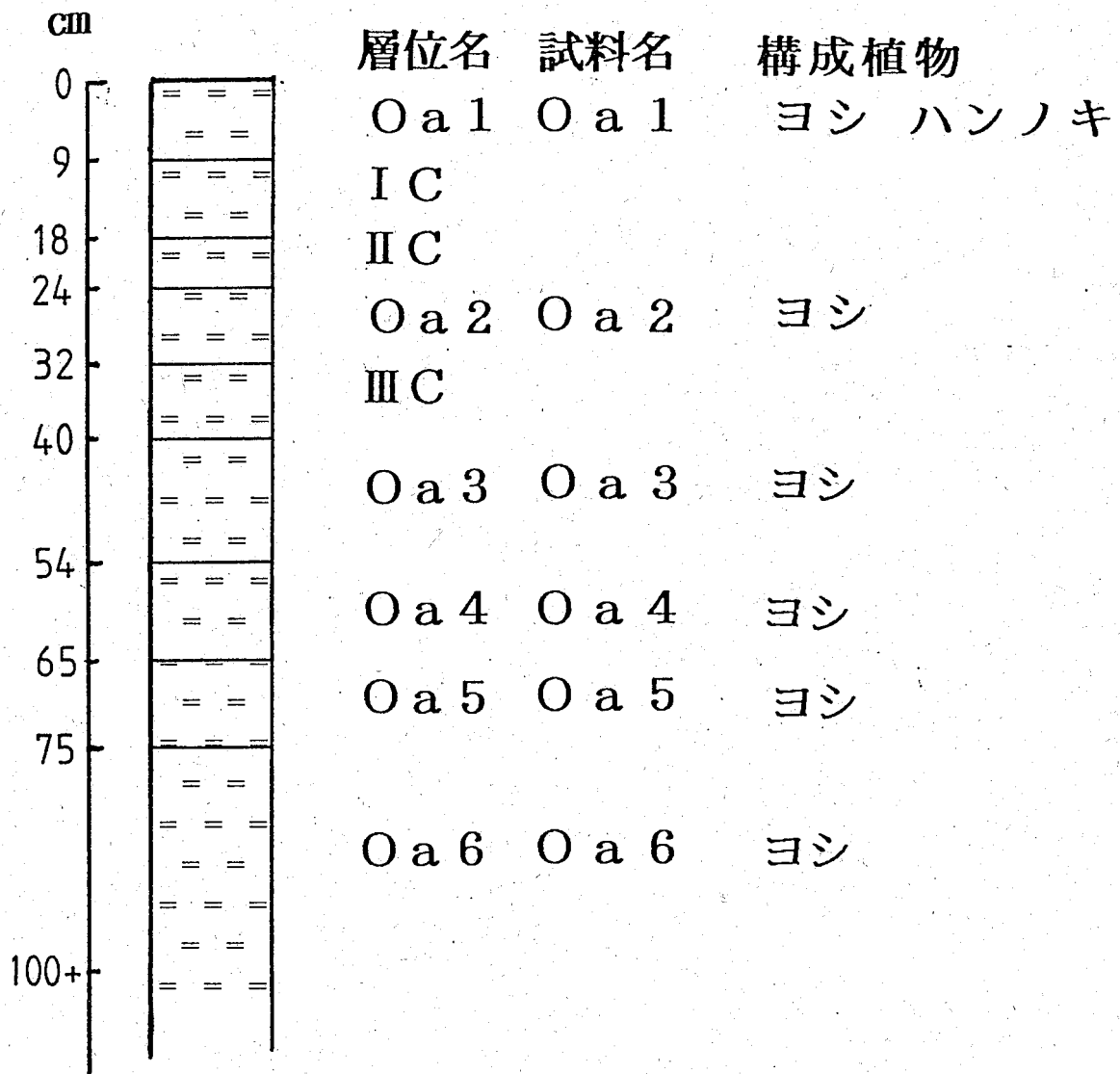


図2 生花苗低位泥炭土断面

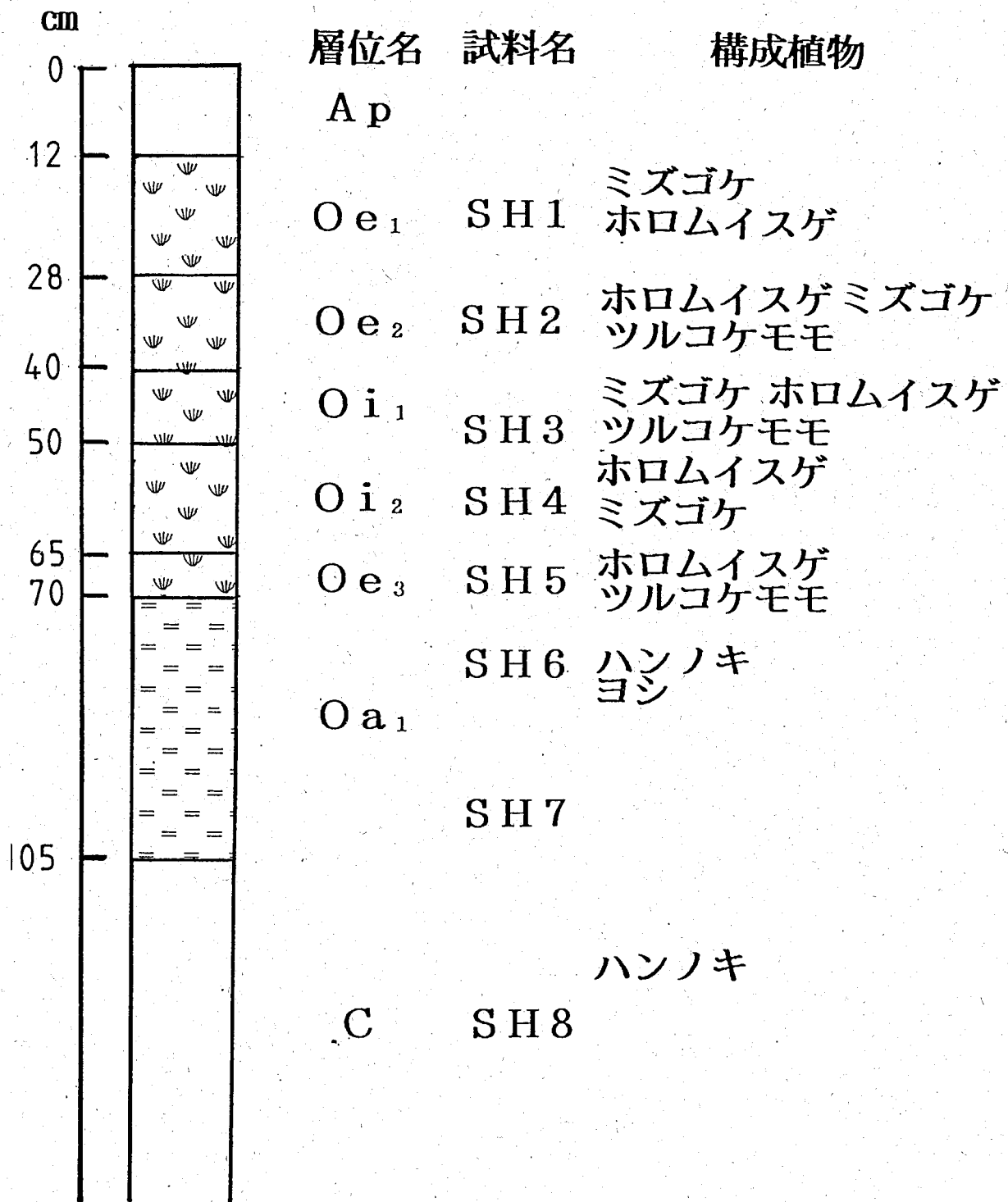




図3 サロベツ高位泥炭土断面

 高位泥炭
  低位泥炭

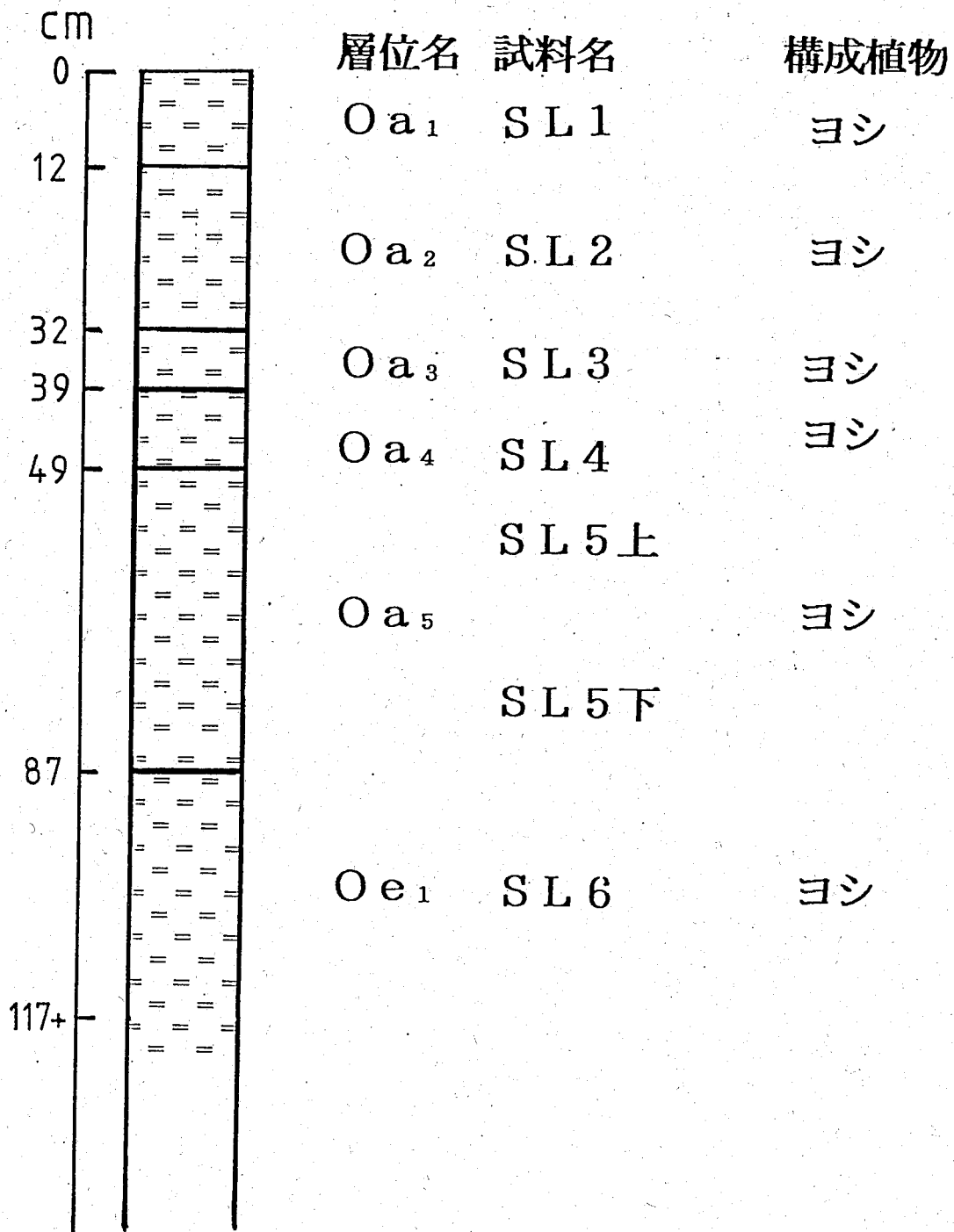


図4 サロベツ低位泥炭土断面

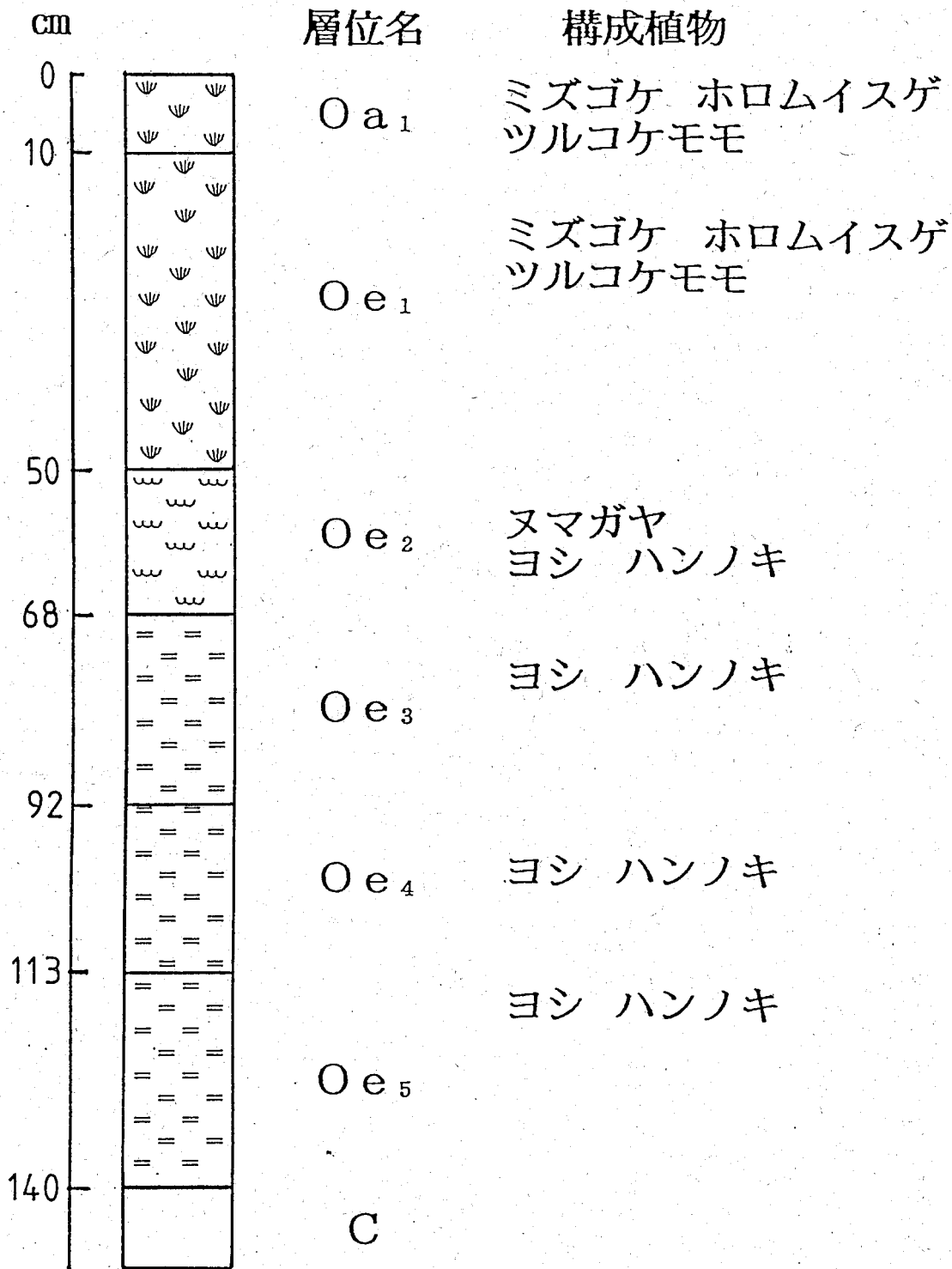
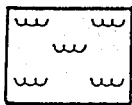


図5 美唄泥炭土断面



高位泥炭



中間泥炭



低位泥炭

### 第3章 泥炭地植物および泥炭土の酸化銅アルカリ分解によるフェノール性化合物組成

#### 3-1 目的

リグニンは全ての木本および草本植物に含まれ、また、微生物による分解を受けにくいため、湖底や海底堆積物中の有機物の起源を明らかにするための指標として取り扱われてきた (Hedges and Parker 1976; Hedges and Mann, 1979 a,b; Hedges et al., 1985, Ertel and Hedges, 1984; Ishiwatari and Uzaki, 1986)。また、森林土壌における堆積腐植層 (Kogel-Knabner, 1993) や泥炭土壌 (Katase and Kondo, 1984 a,b) の有機物組成の変化においても、有益な指標として取り扱われている。

泥炭有機物中の主要成分であるリグニンは、嫌氣的条件下では特に分解され難く、また植物ごとにリグニンのフェノール性化合物組成に特徴があることから (Tsutsumi et al., 1993)、本研究でも、フェノール性化合物組成を泥炭地の環境指標として位置づけた。すなわち土壌および構成植物のフェノール性化合物組成から、泥炭地の植生および環境の変遷を解明することを目的とした。



## 3-2 実験方法

### 3-2-1. 炭素、窒素含量およびC/N

乾燥粉碎した試料約30mgを2gの酸化銅と混合し、CNコーダー(YANACO MT-500)を用いて測定した。

### 3-2-2. 泥炭土の腐植化度

0.025Mピロリン酸ナトリウム抽出液の可視部吸光度による簡便法(Kaila 1956)の規模を2/5に縮小して行なった。原法では、550 nm吸光度のみの測定であるが、本研究では340 nm吸光度も測定した。

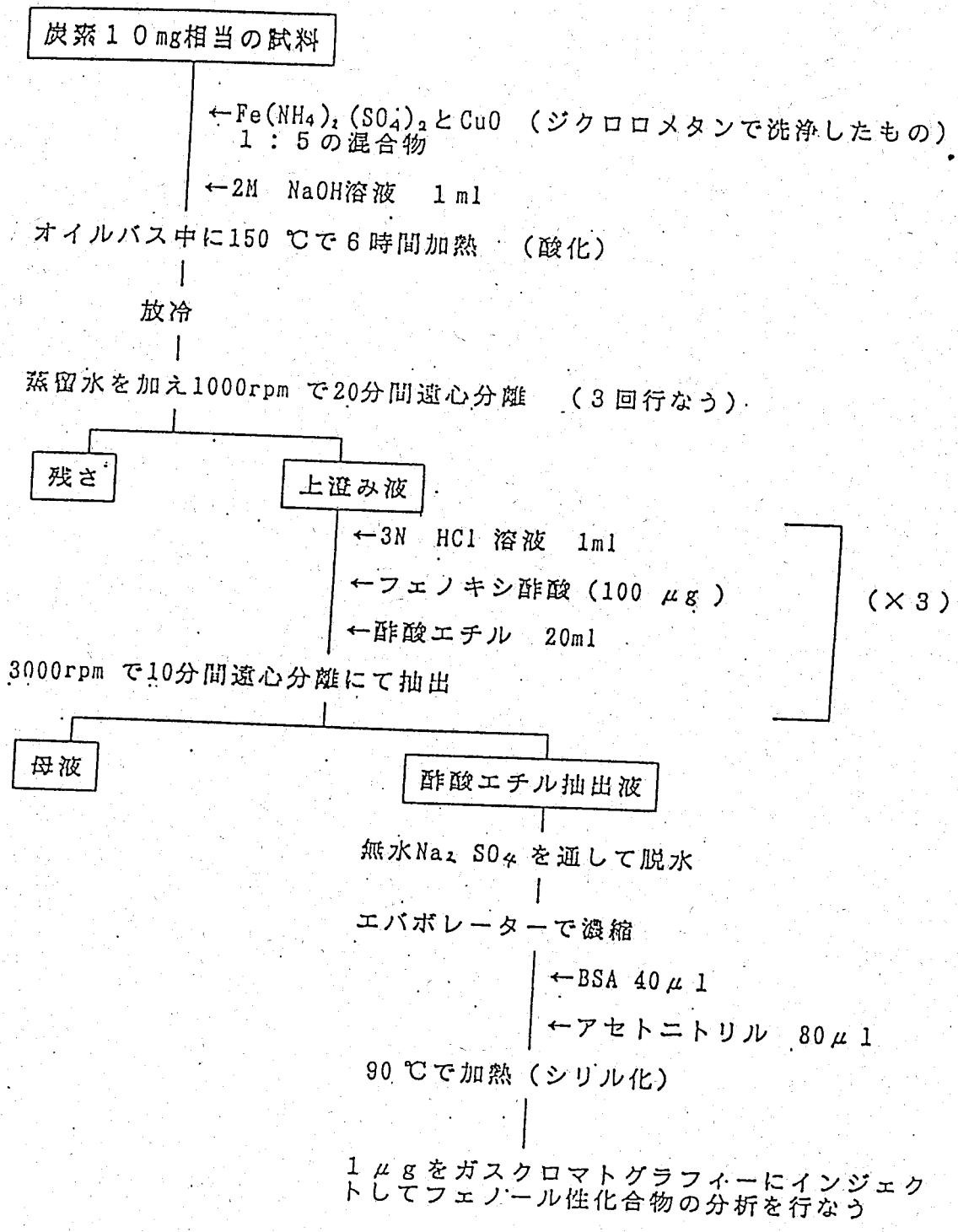
### 3-2-3. フェノール性化合物組成

乾燥粉碎した試料(炭素10mg相当)、酸化銅と硫酸第1鉄アンモニウムの5:1混合物100mg、2M水酸化ナトリウム1mlを真空封管中150°Cで5時間加熱した。この内容物を酸性にした後、酢酸エチルで抽出し、脱水、濃縮乾固し、N,O-ビストリメチルシリルアセアミド(BSA)でシリル化したものを、ガスクロマトグラフィーにより分析した。内部標準化合物にはフェノキシ酢酸を用いた。これらの操作のフローチャートを図6に示した。

フェノール性化合物のガスクロの条件は以下のとおりである。

機器： 日立163 FID検出器付  
カラム： 液相 シリコンSE30 3%  
          担体Uniport HP 80/100 mesh ガラスカラム  
          長さ2m 内径3mm 外径5mm  
カラム温度： 100-250°C 昇温5°C/min  
インジェクター温度：280°C  
キャリアーガス：窒素 50ml/min  
検出器： FID

また、フェノール性化合物のクロマトグラムを図7に示した。



☒ 6 フェノール性化合物定量のフローチャート

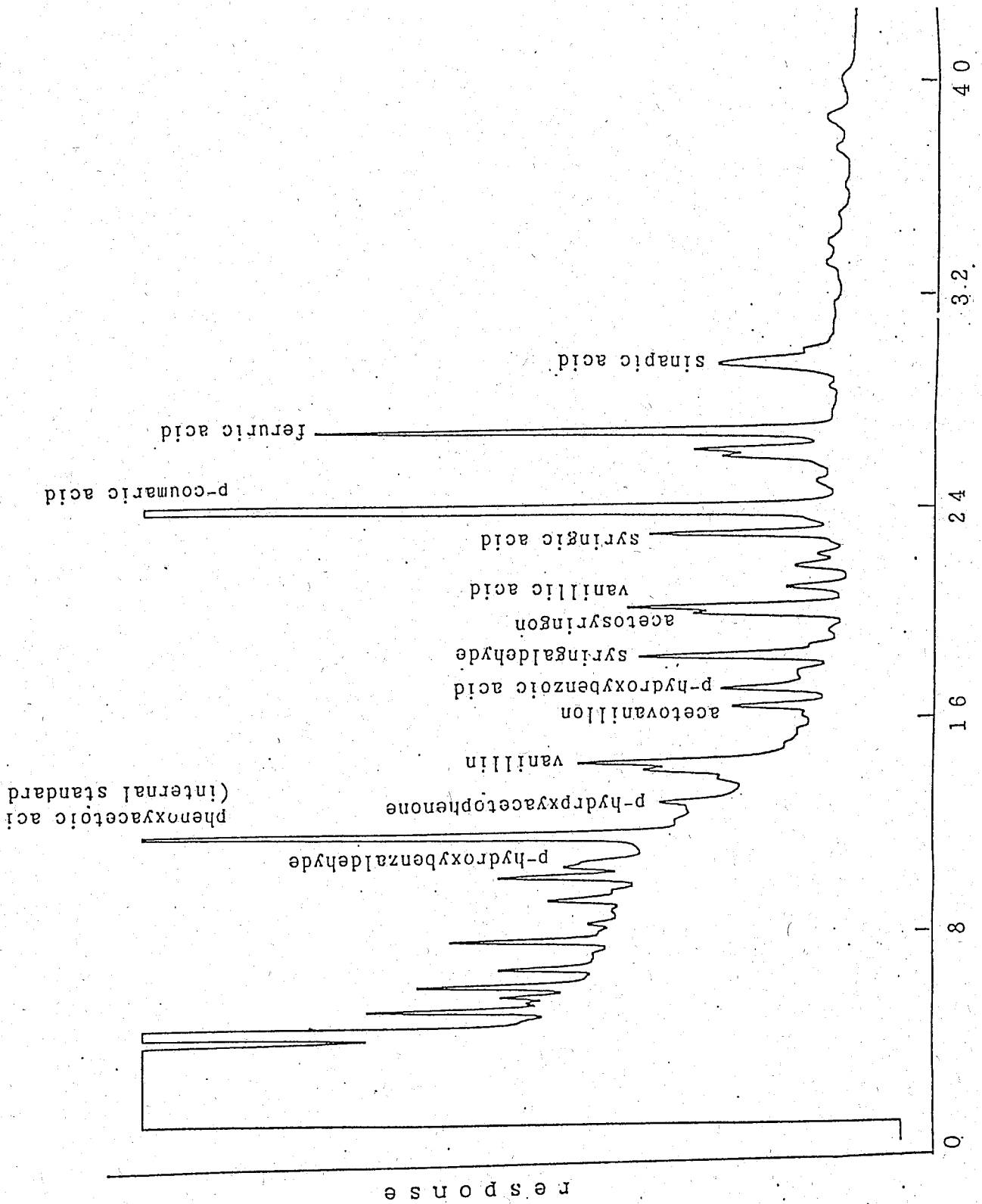


図 7

酸化銅アルカリ分解によるフェノール性化合物のクロマトグラム  
 (SE30 ガラスカラム, 条件は本文参照)

### 3-3 結果および考察

#### 3-3-1. 泥炭地植物のフェノール性化合物組成

用いた植物体試料の炭素含量は32%から53%であり、炭素率は草本類の茎や木本類の木部で高い傾向を示した(表2)。

表4に示したように、フェノール性化合物の収量はヨシ、ヌマガヤ、フトイ、クマイザサ、ワタスゲ、ホロムイスゲ等の草本類で高く、ミズゴケや木本類からの収量は低かった。フェノール性化合物のうちケイ皮化合物の収量も草本類で著しく高かった。草本類ではケイ皮化合物に次いでシリンジル化合物が多く生成し、バニリル化合物はシリンジル化合物よりやや少ない場合が多かった。

また個々のフェノール性化合物組成を見ると(図8)、ケイ皮化合物のうち、p-クマル酸の占める割合が高く、この傾向は草本植物で著しかった。またシリンジルおよびバニリル化合物の中では、シリンガアルデヒドおよびバニリン等のアルデヒド類の割合が高かった。各種草本類のうちホロムイスゲは、p-ヒドロキシ安息香酸の生成量が多かった(図8)。

ミズゴケのフェノール性化合物組成は草本類とは全く異なり、ケイ皮化合物およびシリンジル化合物が全く生成せず、p-ヒドロキシフェニル化合物(約70%)とバニリンによって占められた(図8)。

ツルコケモモ、エゾイソツツジ、ヤチヤナギ等の木本類ではフェノール性化合物中に占めるケイ皮化合物の割合が草本類と比べて低くなり、各種バニリルおよびシリンジル化合物の占める割合が高くなった。また木本類ではケイ皮化合物のうちフェルラ酸の占める割合が高いことが特徴的であった(図8)。

#### 3-3-2. 泥炭土のフェノール性化合物組成

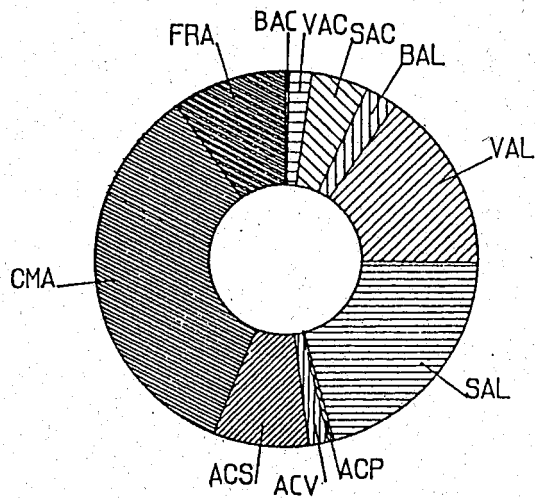
表5および表6に示したように、泥炭土からのフェノール性化合物の収率は、サロベツ高位泥炭断面下部の低位泥炭層、サロベツ低位泥炭断面の全層位、美唄泥炭断面の高位泥炭層の下部から中間泥炭層の上部にかけての層位で非常に高い値を示した。これらの層位での収率は泥炭地植物遺体からの収率に匹敵し、リグニン成分が泥炭中で分解を受け難く安定なことを示した。また、フェノール性化合物中では、p-クマル酸の割合が高く、草本植物と共通した特徴を示した。

図9から図14は、各泥炭断面のフェノール性化合物組成を示したものである。フェノール性化合物の組成は、p-OHフェニル化合物、バニリル化合物、シリンジル化合物、および桂皮化合物へ分類した場合と、フェノール酸、フェノールアルデヒド、アセトフェノン類に分類した場合の2つの方法で示した。

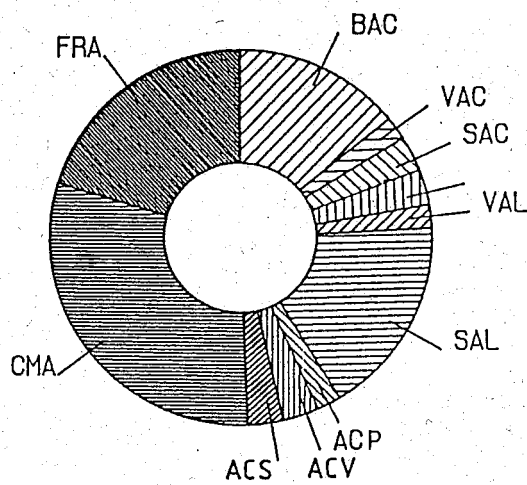
なお、p-OHフェニル化合物はp-OH安息香酸+p-OHベンズアルデヒド+p-OHアセ

表4 泥炭地植物の酸化銅アルカリ分解によるフェノール性化合物の収量 (mg/g 乾物)

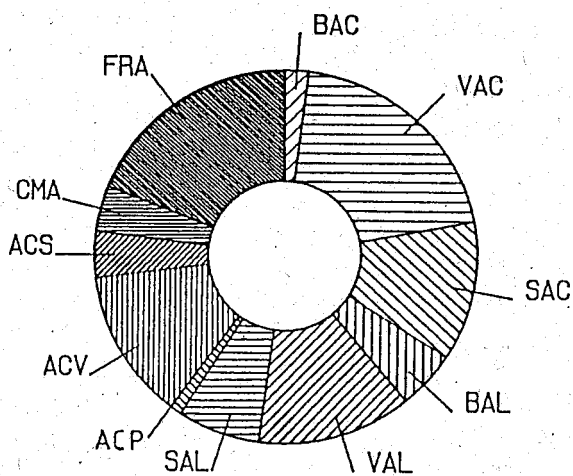
試料名	フェノール酸		フェニールアルデヒド		アセトフェノン		ケイ皮酸						
	p-ヒドロキシ安息香酸	シカガ酸	p-H.ベンズアルデヒド	シカガ酸	p-ヒドロキシアセトフェノン	アセトフェノン	p-ヒドロキシケイ皮酸	ケイ皮酸					
低位泥炭地	ヨシ	0.097	0.536	1.346	0.752	4.317	5.775	0.126	0.463	2.273	9.547	2.722	0.000
	ヨシ	0.129	0.846	0.252	1.285	0.595	0.000	0.000	0.398	0.238	9.413	4.567	0.000
	ヨシ	0.320	0.851	0.473	2.097	1.873	1.623	0.262	0.708	0.774	3.595	1.282	1.360
	フトイ	0.000	0.550	0.507	0.439	0.775	0.000	0.276	0.646	0.735	8.594	4.522	0.922
	ヤチハンノキ	1.645	1.747	1.843	1.871	3.617	2.127	2.128	3.211	2.849	0.647	0.779	2.878
中間泥炭地	ヌマガヤ	0.315	1.114	0.819	0.510	0.422	0.000	0.000	0.527	1.218	15.762	6.409	0.000
	ヌマガヤ	0.315	0.956	0.761	1.263	3.217	3.453	0.219	0.632	1.405	13.002	4.815	0.000
	ヌマガヤ	0.270	0.661	0.579	0.556	1.205	0.325	0.233	0.560	0.999	6.143	3.163	0.381
	ワタスゲ	0.419	0.596	0.436	0.410	0.706	0.812	0.108	0.514	0.277	5.796	2.933	0.000
	ワタスゲ	0.282	0.490	0.587	0.492	1.017	1.231	0.073	0.390	0.336	3.680	2.573	1.006
	ヤチヤナギ	0.339	0.411	0.559	0.511	0.728	0.743	0.000	0.654	0.619	0.114	1.026	0.000
	ワト'ヒ'ノイ	0.310	0.417	0.000	0.635	0.203	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ワト'ヒ'ノイ	0.570	0.500	0.000	1.286	1.245	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
高位泥炭地	ミズゴケ	0.637	0.000	0.000	1.004	1.928	0.000	1.126	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ミズゴケ	1.046	0.000	0.000	1.377	1.998	0.000	1.516	0.126	0.000	0.000	0.000	0.000
	ミズゴケ	1.156	0.000	0.000	1.829	1.598	0.000	1.616	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ミズゴケ	1.278	0.000	0.000	1.940	1.804	0.000	2.116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ホロムイソゲ	3.056	0.625	0.662	0.550	0.447	3.747	0.315	0.707	0.664	6.500	4.480	0.000
	ツルコケモモ	0.169	1.181	0.748	0.320	0.746	0.442	0.082	0.755	0.280	0.227	1.123	0.000
	エゾイソツツジ	0.000	0.337	0.000	0.593	1.034	0.000	0.147	0.415	1.157	0.000	1.719	0.000
乾燥地	クマイザサ	0.566	0.389	1.660	0.295	0.327	0.966	0.360	0.624	3.154	10.305	3.229	0.000
	クマイザサ	0.125	0.594	1.151	0.839	1.918	3.424	0.103	0.505	1.595	12.408	2.281	0.000
	クマイザサ	0.191	1.101	1.275	0.560	0.566	1.268	0.248	0.570	0.962	14.059	2.742	0.822
	クマイザサ	0.344	0.723	1.077	1.808	3.414	3.949	0.180	0.557	1.211	15.648	3.790	0.000
泥炭	ヤチハンノキ	1.127	1.734	1.317	1.211	3.839	1.514	2.346	1.994	0.78	0.452	1.645	0.639
	ミズゴケ	1.088	0.516	0.358	0.078	0.601	0.000	0.607	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



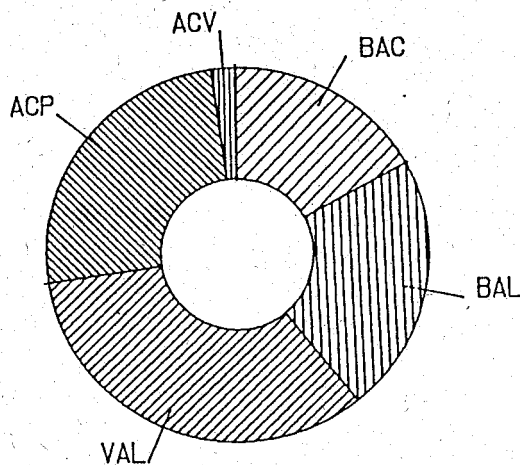
ヨシ茎



ホロムイサゲ



ツルコケモモ



ミズゴケ

図8 泥炭地植物のフェノール性化合物組成  
 BAC:p-ヒドロキシ安息香酸, VAC:バニリン酸, SAC:シリンガ酸, VAL:バニリン,  
 SAL:シリンガアルデヒド, ACP:p-ヒドロキシアセトフェノン, ACV:アセトバニロ  
 ン, ACS:アセトシリンゴン, CMA:p-クマル酸, FRA:フェルラ酸

トフェノン、バニリル化合物はバニリン酸+バニリン+アセトバニロンを、シリンジル化合物はシリング酸+シリングアルデヒド+アセトシリンゴンを、桂皮化合物はp-クマル酸+フェルラ酸+シナピン酸を、それぞれ指している。また、フェノール酸にはp-OH安息香酸+バニリン酸+シリング酸が、フェノールアルデヒドにはp-OHベンズアルデヒド+バニリン+シリングアルデヒドが、アセトフェノン類にはp-OHアセトフェノン+アセトバニロン+アセトシリンゴンを、それぞれ含まれる。

生花苗泥炭土（図9・図10）では、Oa3層およびOa5層でフェノール性化合物の収量が著しく低かったが、これは、これらの層位が、土砂の流入した有機物含量の少ない層位だからである。また、全ての断面に共通していたが、各種フェノール性化合物の中で、桂皮化合物の割合が最も高く、フェノール酸、アルデヒド、アセトフェノンの中では、フェノール酸の割合が最も高かった。生花苗泥炭土は、他の泥炭断面と比較して、乾土当たりのフェノール性化合物の収量は最も低かったが、有機物当たりの収量は最も高かった。これは、この泥炭地が海水や河川水の流入によって富栄養的であるため、泥炭中の易分解性の成分の分解が進み、リグニンの相対的比率が高まったためと考えられた。

図11および図12により、サロベツ高位泥炭土断面とサロベツ低位泥炭土断面を比較した。サロベツ高位泥炭土断面において、典型的な高位泥炭層はSH1からSH5層までであったが、これらの層位は、それ以下に見られた低位泥炭層や別地点のサロベツ低位泥炭土断面と比較して、桂皮化合物、バニリル化合物、およびフェノール酸類の収量が明らかに低く、他方、p-OHフェニル化合物の収量が高い傾向を示した。これらの傾向は、泥炭構成植物中でミズゴケの占める割合が高いことを反映したものと考えられる。また、低位泥炭土断面では、SL4層を極小としてフェノール性化合物組成に変化が認められた。SL4層とSL5層の間では腐植化度にもギャップが認められたことから、泥炭地の環境に何らかの不連続的な変化が起こったものと考えられた。

美唄泥炭土断面（図13）では、B28~B38の試料で、桂皮化合物の収量が著しく高かった。また、全フェノール性化合物に対する桂皮化合物の比率もB28~B43の試料で著しく高かった。これらの試料は、美唄泥炭土断面内の高位泥炭層の下半分に相当するが、この層位では、構成植物中にホロムイヌゲの割合が高く、そのため桂皮化合物の割合が高くなったものと考えられる。また、サロベツ高位泥炭土と比較しても、美唄泥炭土の高位泥炭層の方がフェノール性化合物の収量が高く、これは、後者の方が構成植物中に草本の占める割合が高いためと推察される。

美唄泥炭土は、また、図14に示したように、中間泥炭層と低位泥炭層の間で、

フェノール酸の収量に著しい差異を示し、高位および中間泥炭層の方が低位泥炭層よりも高かった。これも草本植生の繁茂を反映したものと考えられる。

構成植物のフェノール性化合物組成の特徴が泥炭土にどのように反映されるかを明らかにするため、3種類の指標によって検討した。

第1はp-クマル酸の収量で、草本植生の繁茂の程度を示す。第2はp-ヒドロキシフェニル化合物とシリンジル化合物の比率(H/S)で、ミズゴケの貢献が大きくなるほどこの比は増大する。第3はフェルラ酸とp-クマル酸の比(FRA/CM)で、木本の割合が高くなる程この比は増大する。

供試した4種の泥炭断面におけるこれらの3種の指標の推移を図15に示し、p-クマル酸の収量は美唄泥炭高位泥炭層下部で最も高く、表層に移行する程徐々に減少した。またサロベツ泥炭断面の低位泥炭層でも高い値を示した。H/Sは美唄泥炭高位泥炭層の上部およびサロベツ高位泥炭断面の上部3層位で非常に高く、これらの層位でミズゴケの貢献が大きかったことを示した。FRA/CMA比は美唄泥炭の低位泥炭層、サロベツ高位泥炭断面、生花苗泥炭断面等で高い値を示し、これらの泥炭層で木本類の貢献が大きかったことと符合した。

以上のように、フェノール性化合物組成は泥炭地の植生や堆積環境の変遷をよく反映し、これらを再現する上で有効なことが示された。



表5 各泥炭断面のフェノール性化合物組成 (mg/g 乾土)

断面 試料層位	フェノール酸		フェノールアルデヒド		アセトフェノン		ケイ皮酸				
	p-Ht 安息香酸	m-Ht 沙カ酸	p-Ht 沙カ	m-Ht 沙カ	p-Ht アセト	m-Ht アセト	p-Ht アセト	m-Ht アセト			
<b>生花苗泥炭断面</b>											
Oa1 Oa1	0.49	0.33	0.23	0.18	0.47	0.12	0.04	0.16	0.09	0.68	0.60
Oa2 Oa2	0.54	0.50	0.31	0.15	0.18	0.05	0.14	0.27	0.09	0.85	0.75
Oa3 Oa3	0.03	0.03	0.11	0.00	0.03	0.05	0.00	0.03	0.00	0.08	0.35
Oa4 Oa4	0.50	0.61	0.42	0.13	0.16	0.21	0.14	0.32	0.15	1.15	0.81
Oa5 Oa5	0.05	0.04	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.06	0.02	0.18	0.41
Oa6 Oa6	0.42	0.37	0.26	0.10	0.05	0.09	0.09	0.17	0.10	0.64	0.58
<b>サロベツ高位泥炭断面</b>											
SH1 Oe1	0.76	1.02	0.39	0.46	0.60	0.00	0.27	0.75	0.14	1.08	0.89
SH2 Oe2	1.24	1.09	0.62	0.42	0.33	0.00	0.53	0.38	0.16	1.54	1.26
SH3 Oi1	1.33	0.31	0.33	0.34	0.49	0.04	0.79	0.17	0.21	1.46	0.81
SH4 Oi2	0.96	0.92	0.47	0.40	0.42	0.25	0.33	0.53	0.31	2.06	1.77
SH5 Oe3	0.58	1.13	0.58	0.44	0.43	0.08	0.34	0.47	0.33	1.02	1.17
SH6 Oa1	0.79	0.85	0.60	0.32	0.24	0.03	0.57	0.39	0.47	1.38	0.79
SH7 Oa1	1.07	0.84	0.69	1.28	2.04	1.63	0.28	0.60	0.54	1.90	1.44
SH8 C	0.72	0.71	0.81	0.31	0.43	0.10	0.09	0.31	0.30	3.75	1.72
<b>サロベツ低位泥炭断面</b>											
SL1 Oa1	0.67	1.98	1.09	0.40	0.37	0.20	0.23	0.60	0.15	3.46	2.04
SL2 Oa2	0.97	1.70	1.06	0.35	0.40	0.04	0.22	0.67	0.17	2.71	1.69
SL3 Oa3	0.93	1.68	0.92	0.56	0.22	0.05	0.37	0.66	0.35	2.03	1.32
SL4 Oa4	0.70	1.34	0.84	0.28	0.12	0.04	0.31	0.53	0.28	1.30	0.63
SL5上Oa5	0.95	1.69	1.02	0.32	0.30	0.19	0.31	0.67	0.33	2.91	1.55
SL5下Oa5	0.67	1.13	0.60	0.31	0.18	0.06	0.21	0.43	0.18	2.28	1.25
SL6 Oe1	1.13	1.81	1.99	0.35	0.32	0.16	0.33	0.71	0.41	2.70	1.35

表6 美根泥炭断面のフェノール性化合物組成 (mg/g 乾土)

断面 試料 層位	フェノール酸		フェノールアルデヒド		アセトフェノン		ケイ皮酸				
	p-Ht 安息香酸	m-Ht 沙カ酸	p-Ht 沙カ	m-Ht 沙カ	p-Ht 沙カ	m-Ht 沙カ	p-Ht 沙カ	m-Ht 沙カ			
美根泥炭断面											
B 0 0a1	1.00	0.84	0.45	0.32	0.22	0.14	0.26	0.46	0.08	1.24	0.88
B13 0e1	1.80	1.21	0.80	0.51	0.27	0.10	0.98	0.34	0.37	1.69	0.90
B18 0e1	1.41	1.48	1.13	0.43	0.54	0.03	0.50	0.43	0.46	1.80	1.18
B23 0e1	1.13	1.40	1.12	0.26	0.06	0.02	0.34	0.50	0.52	2.66	1.39
B28 0e1	1.71	1.42	1.35	0.33	0.33	0.86	0.28	0.74	0.65	5.26	3.23
B33 0e1	1.50	1.47	1.18	0.29	0.30	0.71	0.31	0.67	0.58	5.58	2.44
B38 0e1	1.50	1.91	1.36	0.28	0.28	0.69	0.23	0.63	0.49	8.41	3.09
B43 0e1	1.72	1.51	1.17	0.24	0.05	0.07	0.27	0.65	0.74	3.18	0.78
B48 0e2	1.22	1.30	1.47	0.32	0.09	0.03	0.24	0.46	0.67	1.92	0.92
B53 0e2	1.46	1.26	1.40	0.29	0.12	0.08	0.29	0.48	0.88	2.61	0.90
B58 0e2	1.30	1.64	1.39	0.38	0.22	0.08	0.31	0.51	0.59	2.11	1.29
B63 0e2	1.23	1.69	1.50	0.34	0.26	0.06	0.28	0.56	0.53	1.19	1.07
B68 0e3	0.56	1.81	1.83	0.43	0.30	0.44	0.14	0.63	0.52	1.31	2.56
B73 0e3	0.42	1.14	0.92	0.29	0.25	0.07	0.26	0.44	0.26	0.87	0.95
B78 0e3	0.25	0.87	0.65	0.20	0.05	0.04	0.07	0.34	0.25	0.54	0.50
B83 0e3	0.32	1.13	0.87	0.32	0.14	0.05	0.14	0.41	0.31	0.64	0.83
B88 0e3	0.46	1.21	1.08	0.30	0.14	0.08	0.19	0.39	0.47	2.10	1.13
B93 0e4	0.47	1.51	1.28	0.40	0.26	0.13	0.17	0.63	0.60	1.31	0.81
B98 0e4	0.68	1.35	1.20	0.35	0.28	0.25	0.20	0.57	0.42	2.26	1.22
B103 0e4	0.40	0.86	0.70	0.31	0.86	0.04	0.12	0.37	0.39	1.57	0.36
B108 0e4	0.49	1.14	1.10	0.38	0.39	0.63	0.15	0.57	0.62	1.73	0.84

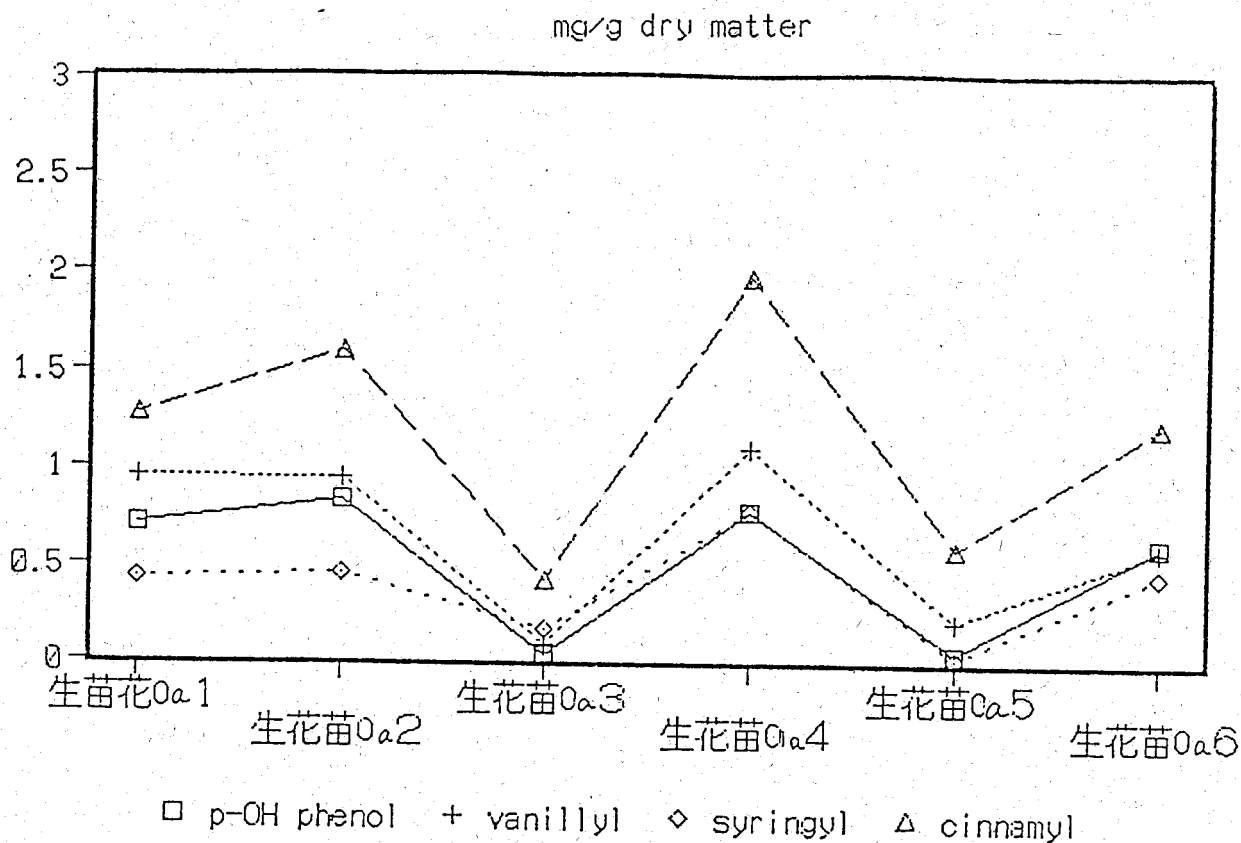


図9 生花苗泥炭のHVSC組成

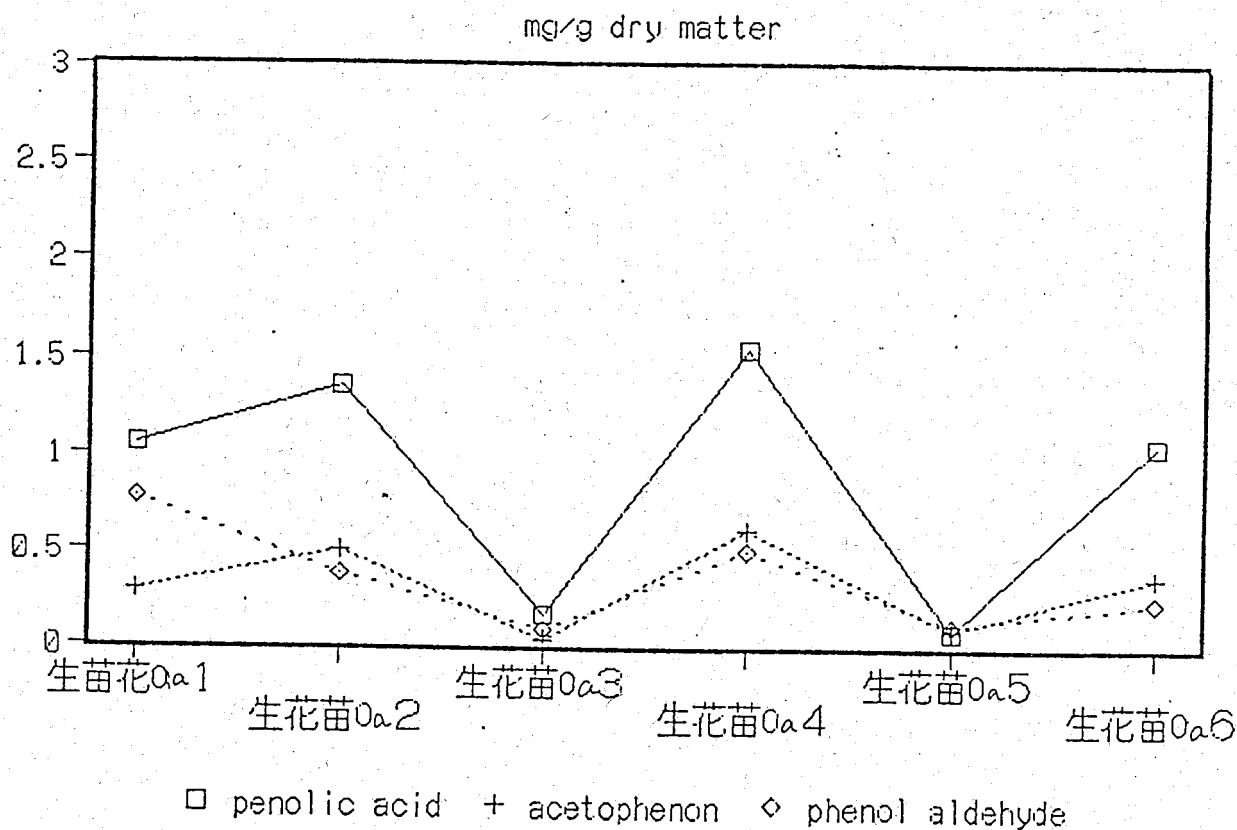
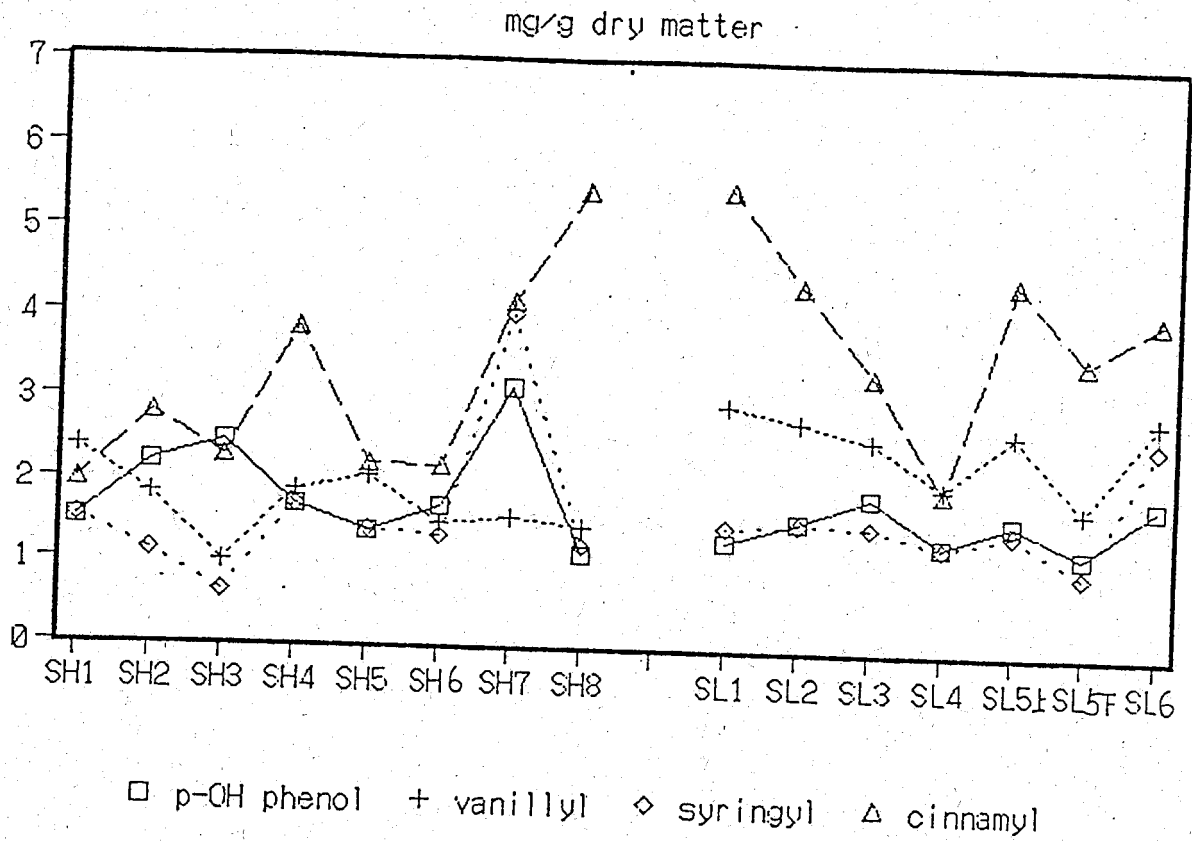
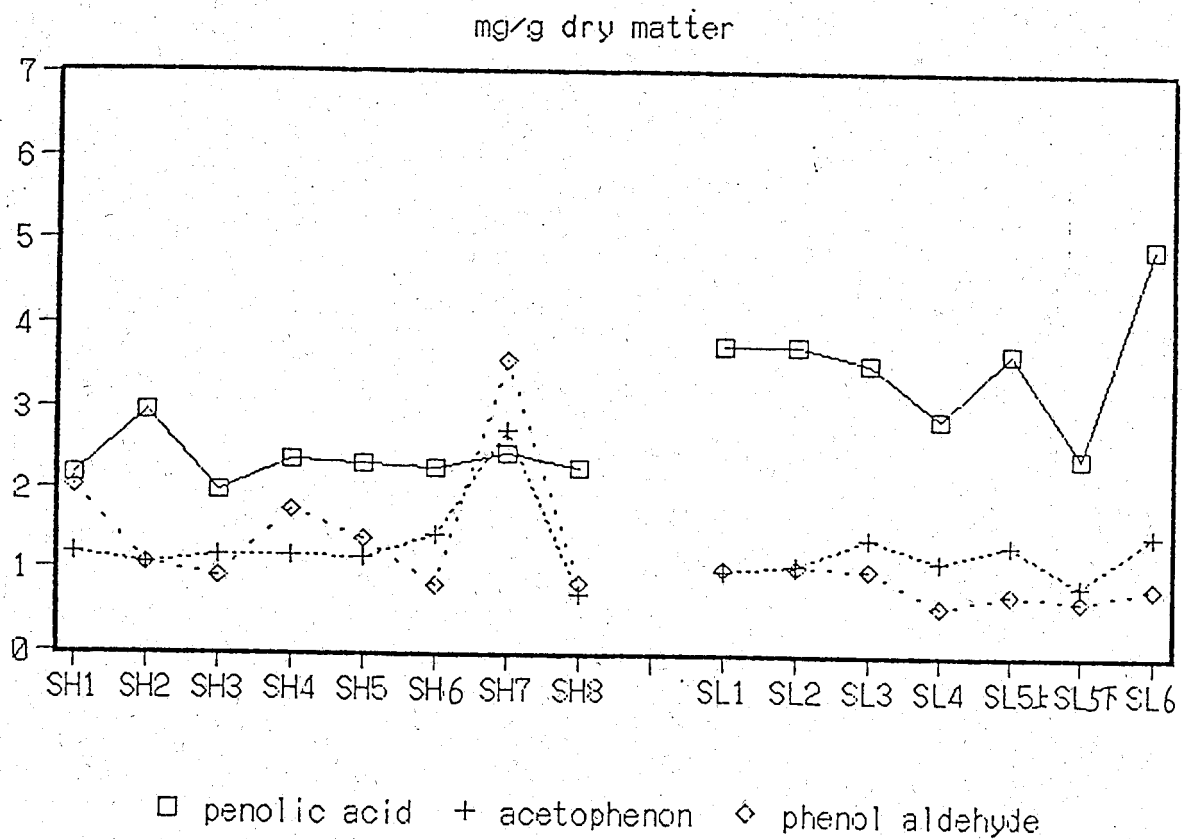


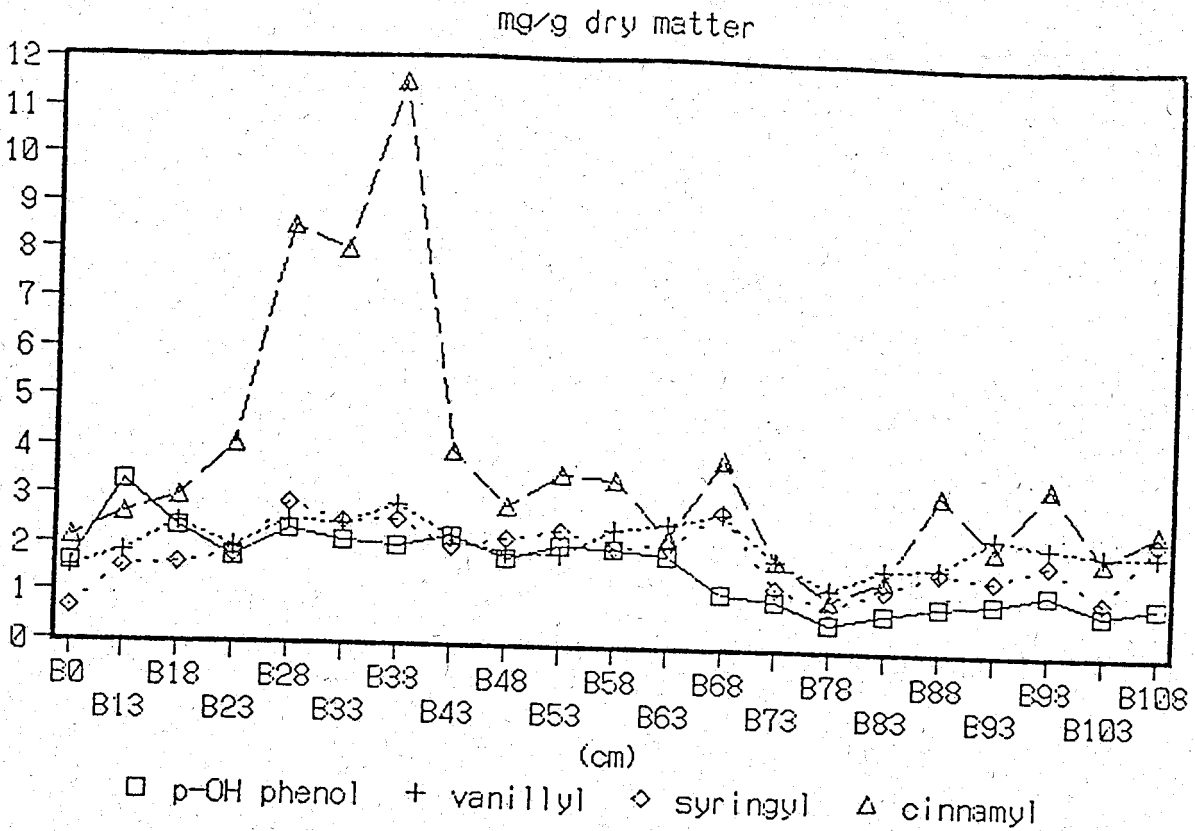
図10 生花苗泥炭のフェノール酸/アセトフェノン/アルデヒド組成



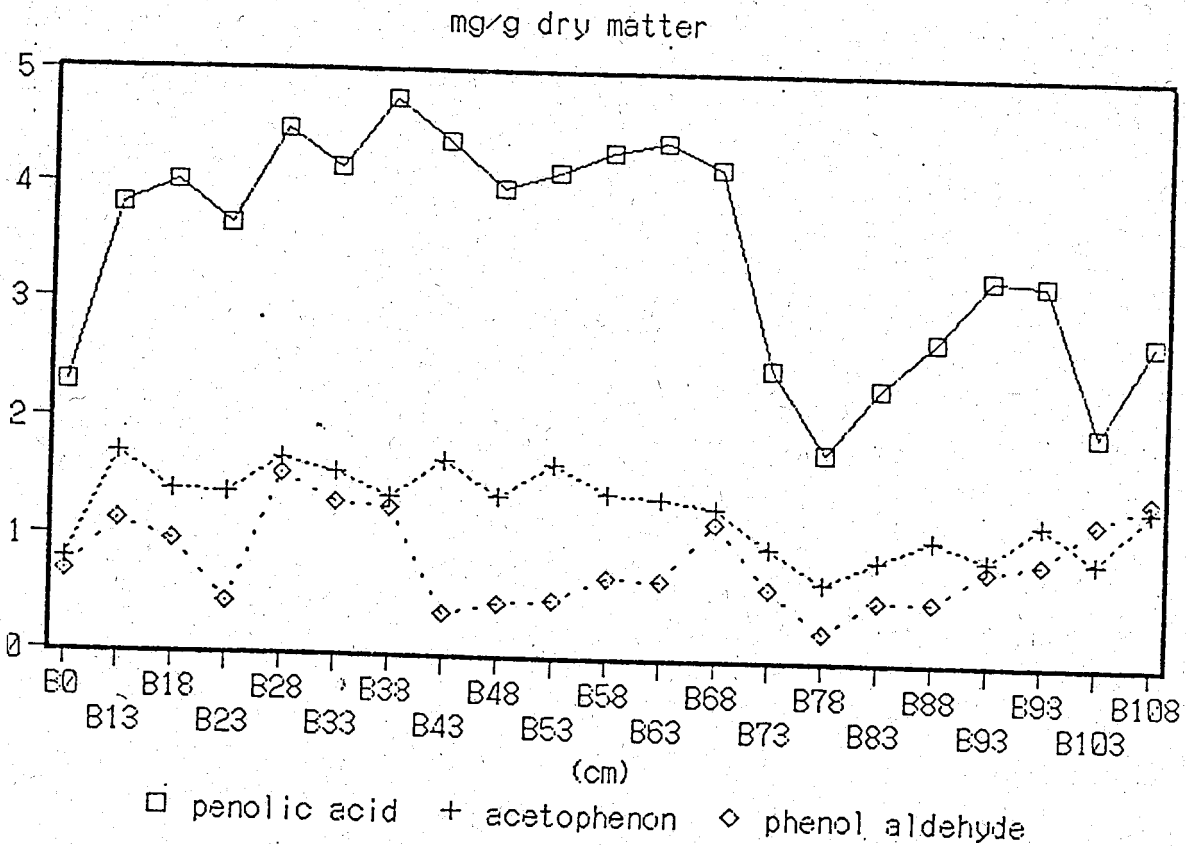
☒ 1.1 サロベツ泥炭のHVSC組成



☒ 1.2 サロベツ泥炭土壌のフェノール酸/アセトフェノン/アルデヒド組成



☒ 13 美唄泥炭のHVSC組成



☒ 14 美唄泥炭のフェノール酸/  
アセトフェノン/アルデヒド組成

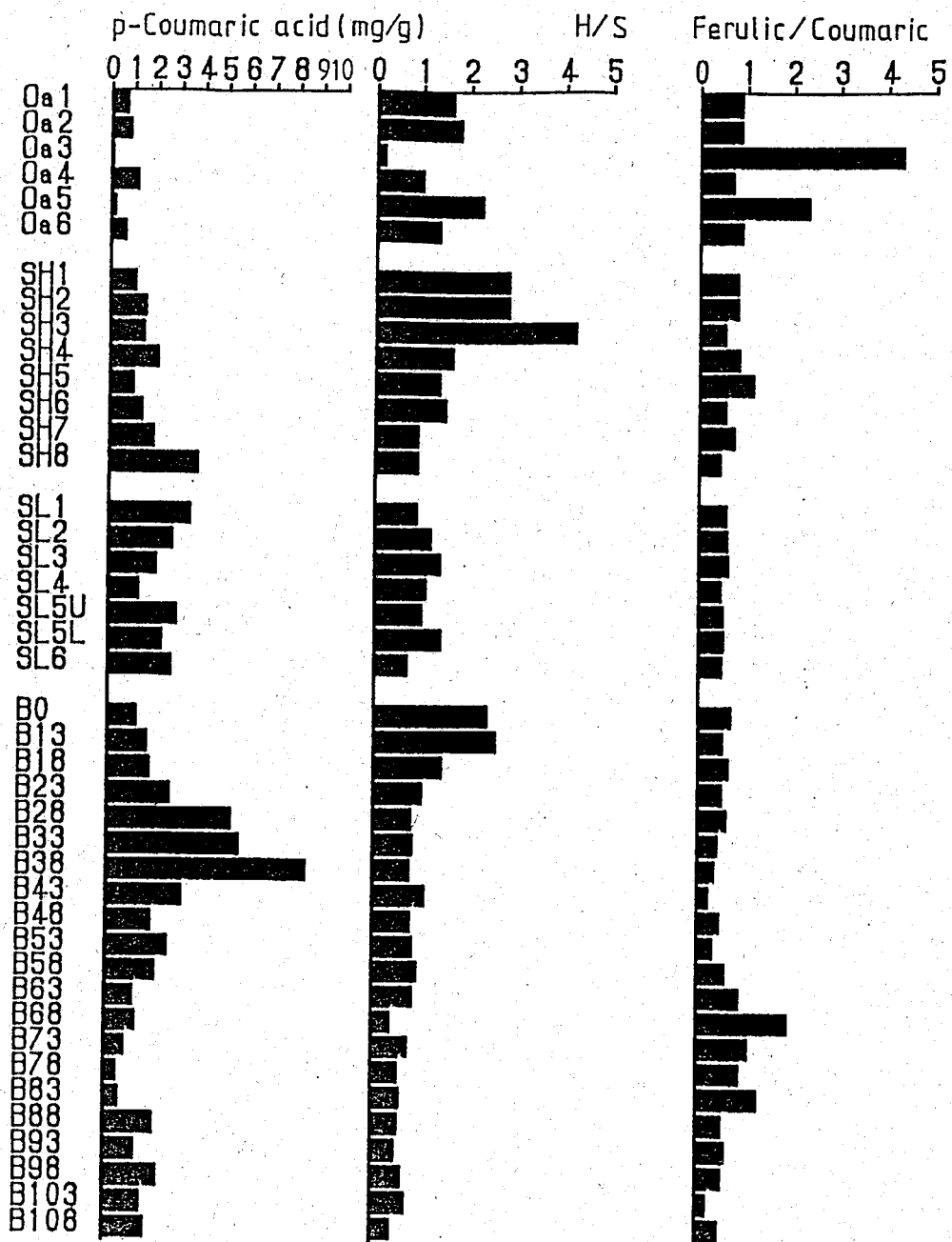


図 15 4 種類の泥炭断面におけるフェノール性化合物組成の変化  
 Oa1-Oa6: 生花苗泥炭断面, SH1-SH8: サロベツ高位泥炭断面, SL1-SL6: サロベツ低位泥炭断面, B0-B108: 美唄泥炭断面  
 p-Coumaric acid: p-クマル酸の収量, H/S: p-ヒドロキシフェニル化合物とシリンジル化合物の比, Ferulic/Coumaric: フェルラ酸とp-クマル酸の比

## 第4章 泥炭地植物および泥炭土の脂肪酸組成

### 4-1 目的

リグニン由来のフェノール性化合物とならんで、脂質もまた、堆積物中の有機物の由来を推定する上で有力な情報源となる。それは、脂質の組成が、その由来した生物の種類によって著しく異なり、また、非常に長い年代を経過した後も安定な画分を含むからである (Cranwell 1974, Kawamura and Ishiwatari 1984)。脂質の環境中や堆積物中における変化や安定性については多くの検討がなされてきた (石渡・塩谷 1986, Fukushima and Ishiwatari, 1988)。泥炭中および土壌中の脂質についても多くの研究がなされているが (Stevenson 1982, Diné et al 1990)、脂質構成成分の詳細な分析による特徴付けは、まだ緒についたところである。

本研究では、偶数の飽和および不飽和脂肪酸の組成から、泥炭構成植物の特徴および各種異なった堆積環境と植生の下で堆積した泥炭断面の特徴を明らかにすることを目的とした。

#### 4-2. 実験方法

脂質の抽出法は図16に示した。脂肪酸のメチル化および抽出操作は図17に示した。

ガスクロの条件は以下のとおりである。

炭素数26以下の飽和および不飽和脂肪酸の分析条件

機器： 島津GC14-A (スプリット注入装置付き)  
キャピラリカラム： ULBON HR-SS10 内径0.25mm 長さ50m  
カラム温度： 150-220℃  
昇温速度： 3℃/min  
インジェクター・ディテクター温度： 共に250℃  
キャリアーガス： ヘリウム 2.5 kg/cm<sup>2</sup>  
メイクアップガス： 窒素 0.5 kg/cm<sup>2</sup>  
検出器： FID

なお、このカラムによる脂肪酸のクロマトグラムを図18に示した。

炭素数30以下の飽和脂肪酸およびステロール(次章で述べる)の分析条件

機器： 島津GC14-A (スプリット注入装置付き)  
キャピラリカラム： Neutrabond-1 内径0.25mm 長さ60m  
カラム温度： 220-320℃  
昇温速度： 5℃/min  
インジェクター・ディテクター温度： 共に320℃  
キャリアーガス： ヘリウム 2.5 kg/cm<sup>2</sup>  
メイクアップガス： 窒素 0.5 kg/cm<sup>2</sup>  
検出器： FID



脂肪酸のメチル化・GC法

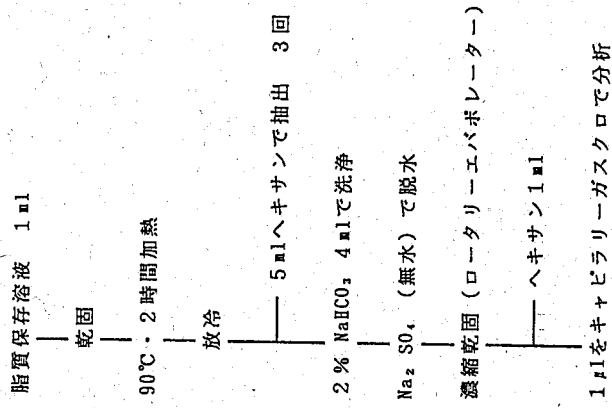


図 1 7 脂肪酸メチルエステルの調整法

脂質抽出法

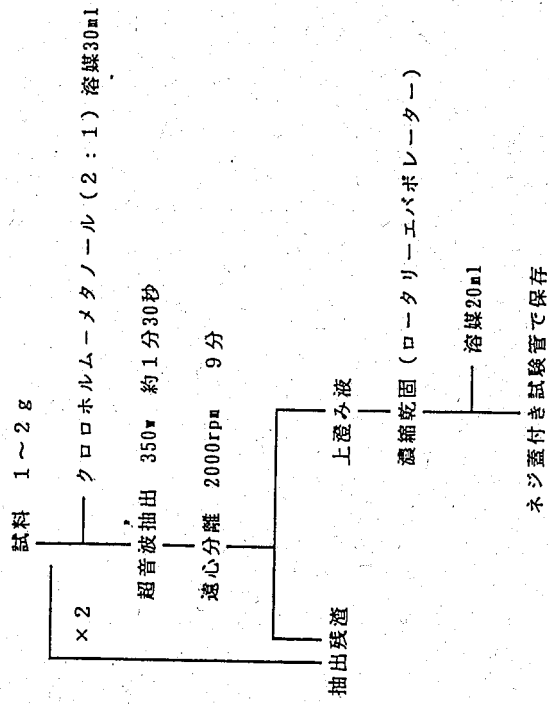


図 1 6 脂肪酸の抽出法

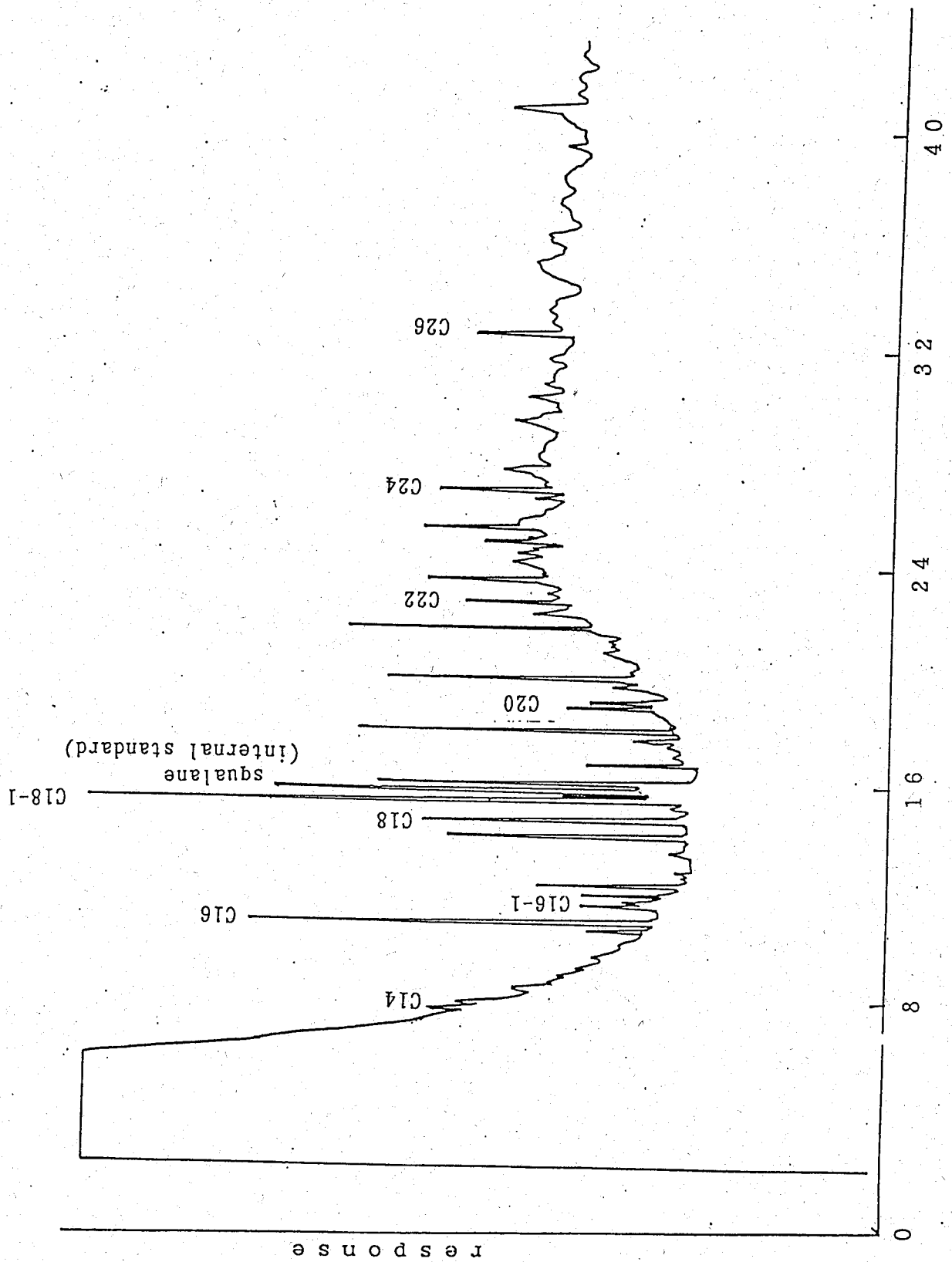


図 18

脂肪酸メチルエステルのクロマトグラム

(ULBON-SS10 キャピラリーカラム, 条件は本文参照)

### 4-3 結果および考察

#### 4-3-1. 泥炭地植物の脂肪酸組成

表7に、泥炭地植物の脂肪酸組成を示した。全脂肪酸含量は、各種の植物の根部で高い傾向があった。

高位泥炭構成植物の脂肪酸組成の特徴は、以下のようであった(図19)。

ミズゴケは、パルミチン酸(C16)を非常に多く含み、また、オレイン酸(C18:1)・リノール酸(C18:2)・リノレン酸(C18:3)も多く含んでいたが、その他の脂肪酸の含量は少なかった。

ホロムイスゲは、飽和脂肪酸の中ではパルミチン酸(C16)を最も多く含み、その他のC18からC26までの脂肪酸はパルミチン酸の10%から20%の含有量であった。C18の不飽和脂肪酸の含量は高く、その中でもリノール酸の含量が最も高かった。このことは他の草本植物にも共通していた。

ツルコケモモは、不飽和脂肪酸の相対的割合が低かった。飽和脂肪酸の中では、パルミチン酸(C16)に次いでベヘン酸(C22)の割合が著しく高かった。また、C14、C18、C20、C24、C26等の飽和脂肪酸の割合も高かった。

エゾイソツツジも不飽和脂肪酸の割合が低く、飽和脂肪酸の割合が高かったが、飽和脂肪酸のうちパルミチン酸に次いで高かったのは、長鎖のリグノセリン酸(C24)およびセロチン酸(C26)であった。

中間泥炭構成植物の脂肪酸組成の特徴は、以下のようであった(図20)。

ヌマガヤは、飽和脂肪酸の中では、パルミチン酸(C16)とステアリン酸(C18)を多く含んだ。ステアリン酸の含有量は、供試した各種の植物の中で最も多かった。リノール酸を始めとする、炭素数18の不飽和脂肪酸の含量も多かった。

ワタスゲは、他の草本植物と同様に、炭素数16および18の飽和および不飽和脂肪酸の含量が多かった。

ヤチヤナギおよびヤマドリゼンマイも炭素数16および18の飽和および不飽和脂肪酸を中心とする脂肪酸組成を示した。

低位泥炭構成植物の脂肪酸組成の特徴は、以下のようであった(図21)。

ヨシは、飽和脂肪酸の中でアラキジン酸の含量の多いことが、他の植物に見られない特徴であった。長鎖の飽和脂肪酸の含量も他の草本植物と比べて多かった。

クマイザサは、炭素数16および18の飽和および不飽和脂肪酸を中心とする単純な脂肪酸組成を示した。

フトイは、パルミトレイン酸(C16:1)およびオレイン酸(C18:1)の多い点があるが、他の草本と異なっていた。

ヤチハンノキは、パルミチン酸(C16)、リノール酸(C18:2)を始めとする炭

表7 泥炭地植物の脂肪酸組成 (mg/g 乾物)

試料名	Myristic acid (C14)	Palmitic acid (C16)	Palmitoleic acid (C16:1)	Stearic acid (C18)	Oleic acid (C18:1)	Linoleic acid (C18:2)	Linolenic acid (C18:3)	Arachidic acid (C20)	Behenic acid (C22)	Lignoceric acid (C24)	Cerotic acid (C26)	Total
低位泥炭地												
ヨシ	0.010	0.234	0.020	0.054	0.070	0.168	0.065	0.236	0.038	0.077	0.000	0.99
ヨシ	0.033	1.255	0.053	0.084	0.485	2.062	0.963	0.681	0.386	0.372	0.494	6.92
ヨシ	0.012	0.697	0.000	0.094	0.253	0.978	0.275	0.389	0.095	0.126	0.043	3.00
フトイ	0.067	0.785	0.281	0.148	0.773	0.140	0.034	0.054	0.120	0.182	0.073	2.66
ヤチハンノキ	0.039	0.647	0.011	0.072	0.235	1.710	0.843	0.055	0.132	0.184	0.164	1.54
中間泥炭地												
ヌマガヤ	0.000	0.602	0.026	0.426	0.383	0.701	0.272	0.029	0.067	0.057	0.000	2.56
ヌマガヤ	0.010	0.581	0.000	0.444	0.348	0.596	0.215	0.037	0.050	0.057	0.000	2.34
ヌマガヤ	0.000	1.037	0.065	1.032	1.047	1.124	0.314	0.052	0.080	0.124	0.048	4.95
ワタスゲ	0.022	0.554	0.145	0.211	0.698	0.869	0.307	0.052	0.103	0.243	0.111	3.35
ワタスゲ	0.016	0.231	0.126	0.503	0.862	0.217	0.070	0.099	0.179	0.753	0.655	3.73
ヤチヤナギ	0.031	0.713	0.030	0.053	0.390	0.622	0.277	0.051	0.101	0.000	0.000	2.27
ワト'地'ノイ	0.002	0.430	0.016	0.018	2.362	0.410	0.105	0.011	0.125	0.039	0.011	3.54
ワト'地'ノイ	0.016	1.311	0.055	0.070	0.573	2.059	0.182	0.047	0.074	0.028	0.000	4.44
高位泥炭地												
ミズゴケ (生花苗)	0.041	0.942	0.109	0.078	0.220	0.358	0.529	0.058	0.125	0.188	0.089	2.77
ミズゴケ (A)	0.038	0.923	0.116	0.066	0.331	0.430	0.296	0.037	0.052	0.192	0.168	2.95
ミズゴケ (B)	0.152	1.554	0.105	0.093	0.723	0.869	0.897	0.038	0.080	0.180	0.081	4.77
ミズゴケ (C)	0.093	1.681	0.089	0.148	0.798	1.326	2.126	0.039	0.549	0.297	0.179	7.32
ホルムイヌゲ	0.017	0.557	0.017	0.091	0.311	0.854	0.278	0.059	0.038	0.064	0.059	2.39
ツルコケモモ	0.086	0.225	0.031	0.052	0.079	0.112	0.036	0.059	0.223	0.128	0.053	1.11
エゾイソソツジ	0.049	0.543	0.054	0.085	0.171	0.356	0.094	0.087	0.104	0.188	0.189	1.92
乾燥地												
クマイザサ	0.285	1.537	0.095	0.608	0.390	0.516	0.959	0.176	0.249	0.494	0.932	6.24
クマイザサ	0.028	0.505	0.000	0.127	0.133	0.327	0.247	0.061	0.034	0.058	0.218	1.74
クマイザサ	0.016	0.626	0.033	0.138	0.110	0.567	0.240	0.057	0.022	0.053	0.000	1.86
クマイザサ	0.032	1.339	0.870	0.148	0.626	0.506	0.114	0.637	0.071	0.087	0.043	4.51
泥炭												
ヤチハンノキ泥炭	0.034	0.065	0.006	0.024	0.012	0.009	0.000	0.018	0.04	0.079	0.033	0.31
ミズゴケ泥炭	0.019	0.136	0.043	0.063	0.050	0.057	0.000	0.079	0.120	0.436	0.369	1.37

ミスゴケ

ホロムイスダ

ツルコケモモ

エゾイソツツジ

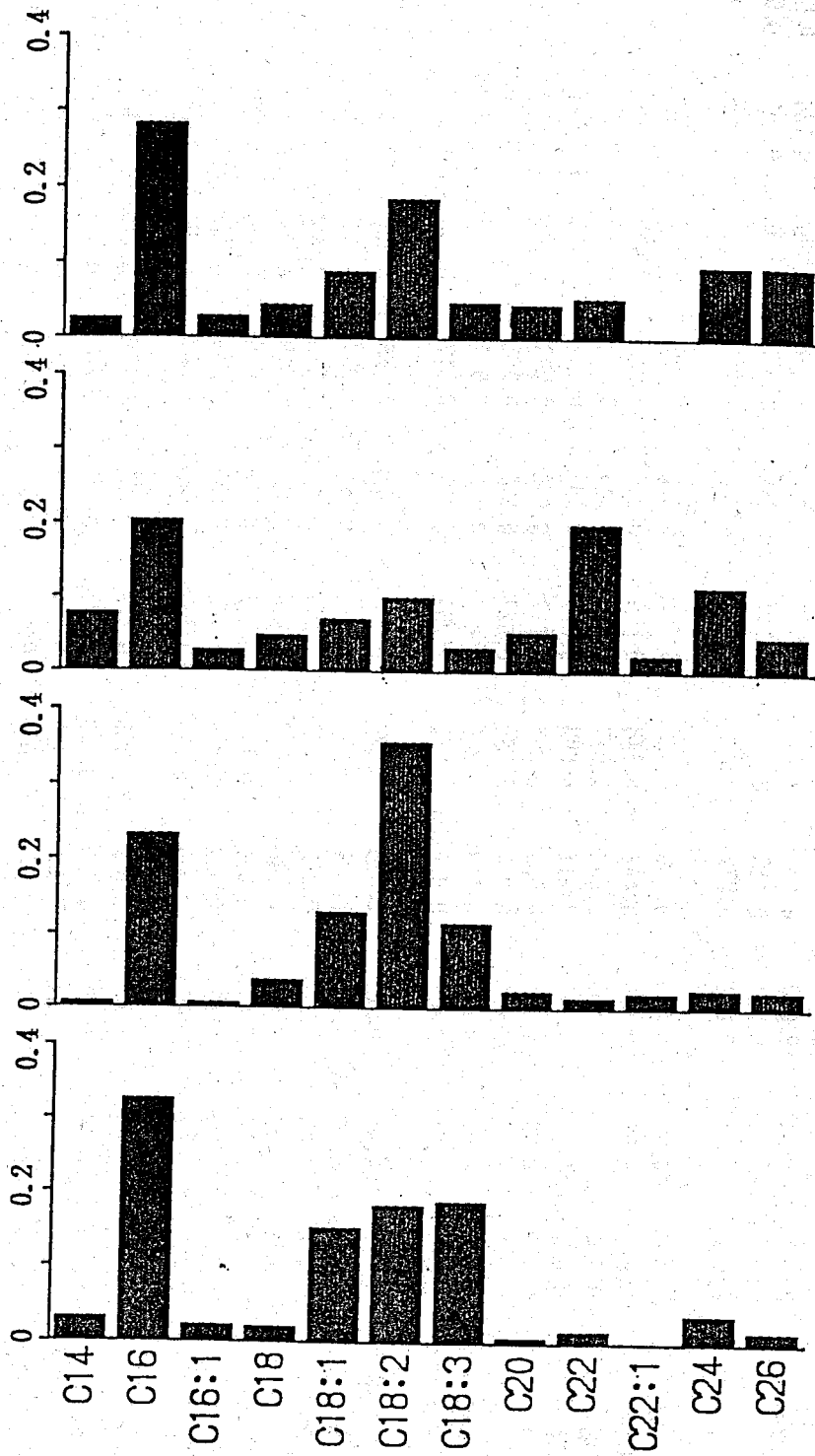
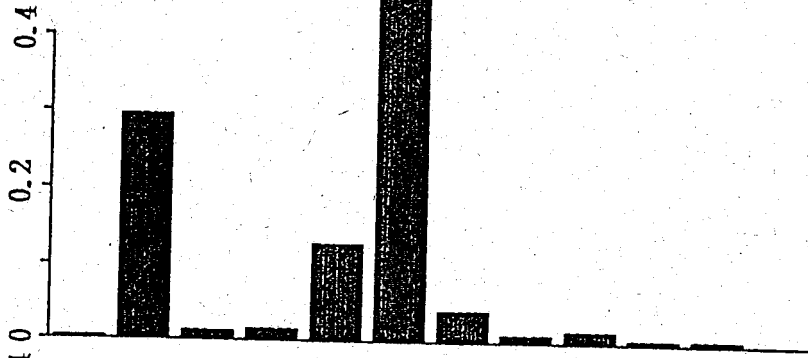
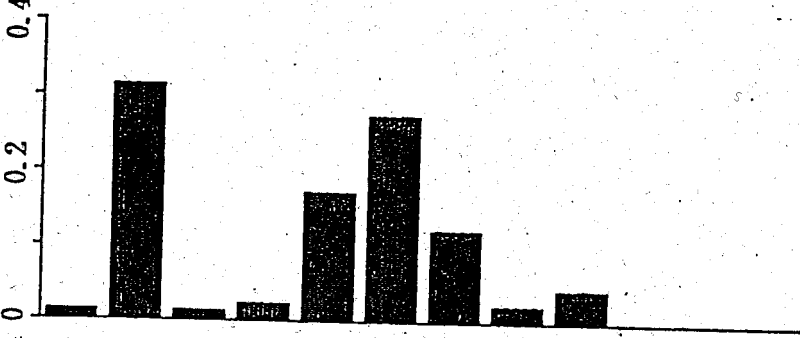


図19 泥炭地植物の脂肪酸組成  
(全脂肪酸含量に対する比率)

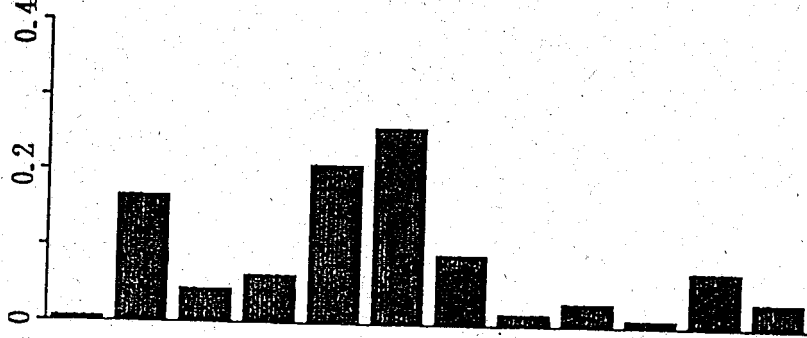
ヤマドリゼンマイ根



ヤチヤナギ



ワタスゲ葉鞘



ヌマガヤ根

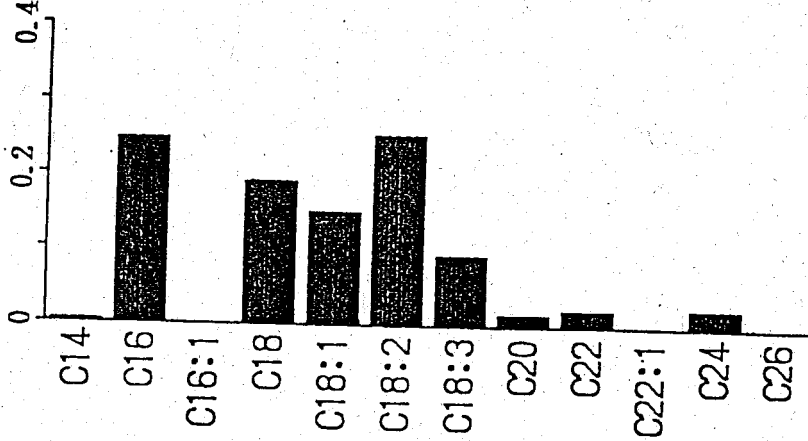


図20 泥炭地植物の脂肪酸組成  
(全脂肪酸含量に対する比率)

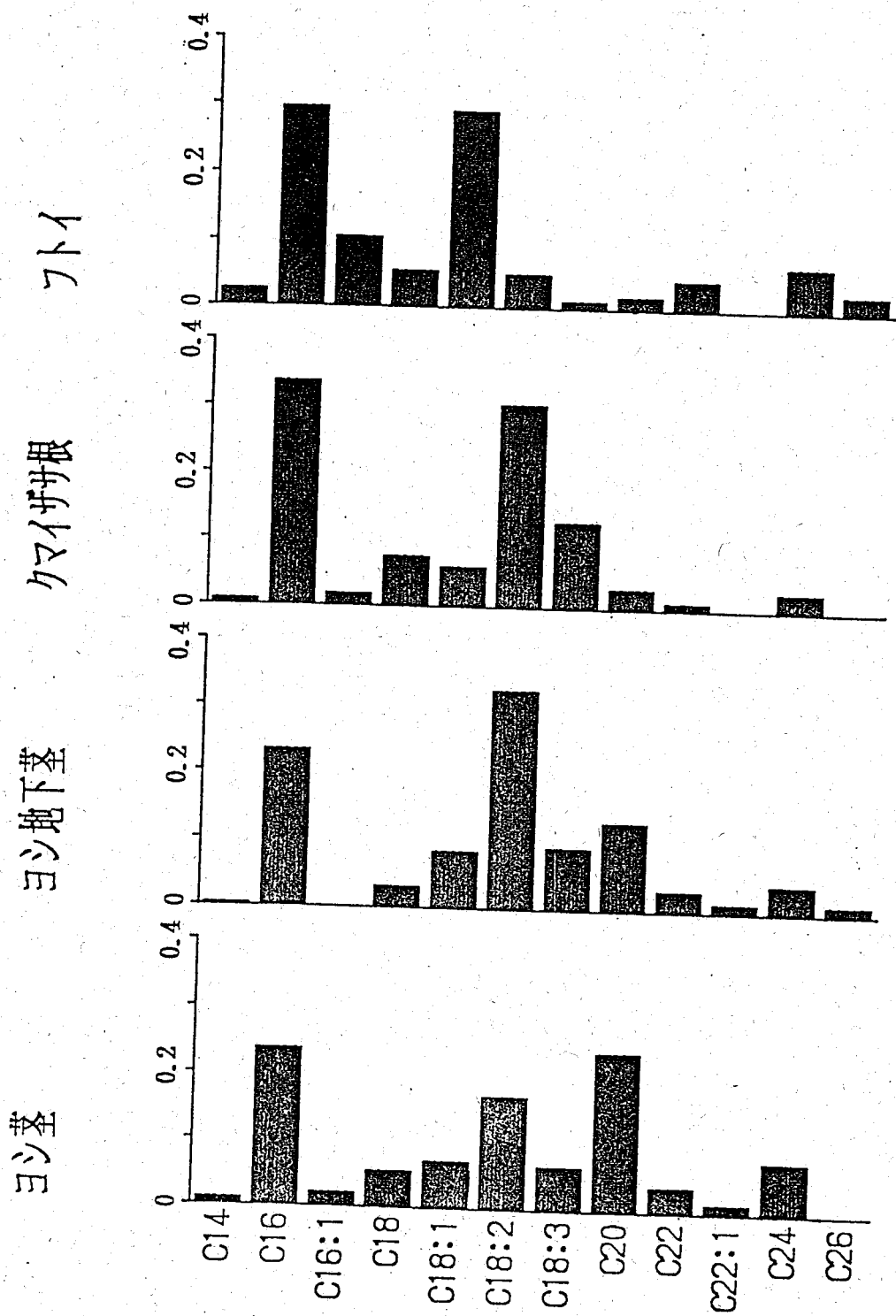


図21 泥炭地植物の脂肪酸組成  
(全脂肪酸含量に対する比率)

素数18の不飽和脂肪酸、およびC22 C24 C26の長鎖脂肪酸の含量が多かった(表8)。

#### 4-3-2. 泥炭土の脂肪酸組成

泥炭土の脂肪酸組成は表8および表9と図22から図29に示した。

生花苗泥炭土では、乾土当りの全脂肪酸含量が低い反面、有機物当りの脂肪酸含量は非常に高く、特に土砂の流入したOa3およびOa5層で高かった。これは、リグニン成分においても同様な傾向を示したが、富栄養的な条件下で植物遺体の分解が進む中で、相対的に安定な脂肪酸の割合が高くなったものと解釈された(図22)。

上層のOa1層ではステアリン酸(C18)の割合が高く、Oa2層ではパルミチン酸(C16)の割合が著しく高く、アラキジン酸(C20)の割合がこれに次ぎ、その他の脂肪酸の割合は低かった(図23)。構成植物の脂肪酸組成の特徴から、これはこれらの層位においてヌマガヤおよびヨシの構成割合が高いことによるものと考えられた。

またC20以上の長鎖の脂肪酸の割合はOa3層以下の層位で著しく高まり、反対にパルミチン酸の割合は急激に減少した(図23)。これは、脂肪酸の中でも、ワックスを構成する長鎖の脂肪酸の安定度が高いことによるものである。

サロベツ高位泥炭土では、全脂肪酸含量が、SH1層では低く、SH2およびSH6層で高い値を示した。泥炭の炭素含量が高かったため、乾土当りと有機物当りではほとんど同じ脂肪酸含量を示した(図24)。SH1層は客土層直下であることから、その影響を受けて脂肪酸含量が減少したのと考えられる。SH2はホロムイスゲ・ミズゴケ・ツルコケモモを構成植物とする高位泥炭層、SH6はヨシ・ヤチハンノキを構成植物とする低位泥炭層であった。SH2は上下の層位と比べて、ホロムイスゲの構成割合が高く、ホロムイスゲはミズゴケよりも飽和脂肪酸に富むため、泥炭中の脂肪酸含量が高くなったものであろう。SH6についても、構成植物の影響によるものであろう。分解度の低い、ミズゴケを主要な構成植物とするSH3およびSH4層の脂肪酸含量は、相対的に低かった。

図25に示したように、各種脂肪酸の中で、ミリスチン酸、パルミチン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸等の含量は下層ほど減少する傾向にあり、これらの脂肪酸が相対的に分解を受けやすいことを示した。他方、下層の低位泥炭層では、C24・C26等の長鎖の脂肪酸の割合が高くなった。また、不飽和脂肪酸のなかでも、リノール酸(C18:2)が、ステアリン酸(C18)と同程度安定であった点は、注目に値するが、これはこの断面においてのみ認められた傾向であった。

サロベツ低位泥炭の全脂肪酸含量は、SL1層で低い値を示したが、下層に向



かって増加した（図26）。最表層は、耕地化され排水されていたので、そのため有機物の好氣的分解が進み、全脂肪酸含量が低くなったものと考えられる。サロベツ高位泥炭同様泥炭の有機物含量が高いため、乾土当りと有機物当りでの脂肪酸含量にほとんど差はなかった。

サロベツ低位泥炭の脂肪酸組成を見ると（図27）、アラキジン酸の含有量が、層位全体を通じて大きく、これは、ヨシの構成割合が高いことによるものと推察された。また炭素数22以上の長鎖脂肪酸は下方の層位ほど増加し、これはワックス成分の濃縮によるものと考えられた。また、パルミチン酸（C16）およびステアリン酸（C18）も、高い割合を示したが、パルミチン酸は下層に向けて漸減する傾向を示した。

オレイン酸（C18:1）は、最表層でステアリン酸よりも高い含量を示したが、下層に向かって急激に減少した。これについては植物起源以外の要因も推察される。

美唄泥炭断面は高位・中間・低位の3層に区分されたが、全脂肪酸含量も、ほぼこれと対応した変化を示した（図28）。1.8cmより浅い層位の高位泥炭層は乾燥化の影響を受けていることや、ミズゴケが主体であること等を反映して、脂肪酸含量が低かった。高位泥炭層の下部（1.8から4.8cm）では、ホロムイヌゲ等の草本が主体であったことを反映して、脂肪酸含量が著しく高かった。ヌマガヤ・ヨシ等を主体とする中間泥炭層（4.8から6.8cm）では、脂肪酸含量はやや低下し、ヨシ・ヤチハンノキを主体とする低位泥炭層（6.8cm以下）では、土砂等の流入の影響もあって、脂肪酸含量はさらに低下した。

美唄泥炭土の脂肪酸組成を見ると（図29）、ステアリン酸（C18）およびセロチン酸（C26）が全体の脂肪酸含量とほぼ平行した変化を示した。これらの脂肪酸と草本の構成割合との関係が示唆された。パルミチン酸およびミリスチン酸は、高位泥炭層内では下の層ほど減少したが、中間および低位泥炭層では再び増加した。リグノセリン酸（C24）は、低位泥炭層で増加した。

泥炭地植物と泥炭土の脂肪酸組成を比較すると、泥炭地植物中に非常に多く含まれたオレイン酸（C18:1）・リノール酸（C18:2）・リノレン酸（C18:3）等の不飽和脂肪酸は、泥炭中ではかなり減少していた。これらの脂肪酸は分解を受けやすく、構成植物の指標としては、あまり有力ではないと考えられる。

また、植物中では低い割合を示したリグノセリン酸（C24）やセロチン酸（C26）等の長鎖の脂肪酸の割合が、泥炭中では著しく増加していたが、これは、数千年をかけて堆積した泥炭の中では、特に安定なワックス成分等の脂質が、選択的に残されたことによるものと考えられる。

さらに、ヨシにはアラキジン酸（C20）が、ヌマガヤにはステアリン酸（C18）

が、ツルコケモモにはベヘン酸 (C22) が多く含まれる等の特徴が認められたが、泥炭の脂肪酸組成にはこれらの傾向が良く反映される場合と、反映されない場合があった。すなわち、低位泥炭層と高位泥炭層それぞれにおける脂肪酸組成の特徴は、サロベツ泥炭土と美唄泥炭土で異なる場合があった。これは、泥炭の構成植物の組成や有機物の分解の程度が、同じ低位泥炭どうしあるいは高位泥炭どうしでも異なっているためと考えられる。

表8 各種泥炭断面の脂肪酸組成 (mg/g 乾土)

断面 試料 層位	Myristic acid (C14)	Palmitic acid (C16)	Palmitoleic acid (C16:1)	Stearic acid (C18)	Oleic acid (C18:1)	Linoleic acid (C18:2)	Arachidic acid (C20)	Behenic acid (C22)	Lignoceric acid (C24)	Cerotic acid (C26)	Montanic acid (C28)	Melissic acid (C30)	Total
<b>生花苗泥炭断面</b>													
Oa1 Oa1	0.025	0.112	0.034	0.361	0.000	0.020	0.130	0.086	0.196	0.193	0.236	0.119	1.51
Oa2 Oa2	0.011	0.099	0.027	0.167	0.000	0.000	0.236	0.164	0.252	0.367	0.456	0.148	1.93
Oa3 Oa3	0.004	0.017	0.000	0.036	0.000	0.000	0.027	0.067	0.163	0.208	0.055	0.018	0.60
Oa4 Oa4	0.008	0.063	0.000	0.143	0.000	0.000	0.263	0.199	0.362	0.593	0.614	0.133	2.38
Oa5 Oa5	0.005	0.021	0.000	0.079	0.000	0.000	0.070	0.087	0.264	0.444	0.109	0.020	1.10
Oa6 Oa6	0.022	0.101	0.014	0.108	0.000	0.000	0.369	0.384	0.668	1.104	0.582	0.177	3.53
<b>サロヘツ高位泥炭断面</b>													
SH1 Oe1	0.092	0.203	0.055	0.053	0.000	0.039	0.081	0.183	0.021	0.097	0.178	0.111	1.11
SH2 Oe2	0.302	1.360	0.262	0.521	0.000	0.132	0.509	0.983	1.244	0.725	0.382	0.215	6.63
SH3 Oi1	0.020	0.192	0.042	0.055	0.040	0.000	0.075	0.130	0.353	0.226	0.321	0.080	1.53
SH4 Oi2	0.095	0.308	0.049	0.073	0.037	0.028	0.109	0.274	0.457	0.136	0.325	0.104	2.00
SH5 Oe3	0.071	0.244	0.044	0.073	0.000	0.049	0.095	0.348	0.485	0.225	0.245	0.128	2.01
SH6 Oa1	0.057	0.393	0.042	0.254	0.000	0.074	0.195	0.413	0.816	0.750	0.578	0.428	4.00
SH7 Oa1	0.049	0.175	0.023	0.079	0.000	0.028	0.098	0.227	0.531	0.400	0.258	0.282	2.15
SH8 C	0.021	0.117	0.019	0.143	0.000	0.055	0.181	0.182	0.419	0.435	0.577	0.258	2.41
<b>サロヘツ低位泥炭断面</b>													
SL1 Oa1	0.021	0.215	0.080	0.145	0.264	0.000	0.773	0.215	0.369	0.487	0.332	0.184	3.09
SL2 Oa2	0.030	0.243	0.057	0.271	0.139	0.023	1.125	0.479	0.776	1.132	0.913	0.451	5.64
SL3 Oa3	0.035	0.317	0.062	0.275	0.095	0.000	0.974	0.678	1.073	1.605	1.166	0.523	6.81
SL4 Oa4	0.052	0.245	0.048	0.231	0.045	0.000	0.913	0.553	0.983	0.804	0.843	0.322	5.04
SL5 fOa5	0.032	0.294	0.045	0.261	0.015	0.000	0.774	0.611	1.147	1.435	1.033	0.314	5.96
SL5 fOa5	0.025	0.117	0.051	0.112	0.000	0.000	1.270	0.616	0.755	0.872	1.609	0.415	5.84
SL6 Oe1	0.013	0.119	0.029	0.265	0.000	0.021	0.866	0.617	1.285	2.009	1.846	0.392	7.46

表9 美貝泥炭断面の脂肪酸組成 (mg/g 乾土)

断面	試料 層位	Myristic acid (C14)	Palmitic acid (C16)	Palmitoleic acid (C16:1)	Stearic acid (C18)	Oleic acid (C18:1)	Linoleic acid (C18:2)	Arachidic acid (C20)	Behenic acid (C22)	Lignoceric acid (C24)	Cerotic acid (C26)	Montanic acid (C28)	Melissic acid (C30)	Total
美貝泥炭断面														
	B 0	0.044	0.269	0.114	0.161	0.209	0.055	0.084	0.110	0.402	1.691	0.382	0.156	3.68
	B13	0.057	0.312	0.113	0.096	0.281	0.038	0.116	0.236	0.748	0.726	0.524	0.246	3.49
	B18	0.046	0.261	0.081	0.222	0.110	0.041	0.134	0.212	0.629	0.484	0.463	0.223	2.91
	B23	0.033	0.241	0.067	0.998	0.149	0.075	0.225	0.410	0.639	0.981	0.531	0.123	4.47
	B28	0.039	0.294	0.066	1.304	0.240	0.109	0.277	0.266	0.597	0.812	0.585	0.157	4.74
	B33	0.031	0.219	0.084	1.139	0.227	0.087	0.275	0.419	0.757	1.425	0.544	0.222	5.43
	B38	0.030	0.202	0.059	0.740	0.134	0.061	0.187	0.331	0.791	1.699	0.478	0.185	4.90
	B43	0.028	0.191	0.067	1.081	0.158	0.071	0.214	0.295	0.728	1.543	0.368	0.109	4.85
	B48	0.090	0.372	0.081	0.394	0.101	0.041	0.175	0.311	0.900	0.972	0.328	0.156	3.92
	B53	0.108	0.279	0.044	0.417	0.079	0.409	0.322	0.452	0.774	0.805	0.284	0.157	4.13
	B58	0.088	0.325	0.055	0.484	0.078	0.031	0.176	0.221	0.780	0.759	0.500	0.216	3.71
	B63	0.088	0.232	0.074	0.400	0.071	0.030	0.229	0.244	0.761	0.937	0.351	0.149	3.57
	B68	0.070	0.291	0.070	0.133	0.156	0.067	0.094	0.203	0.985	1.007	0.184	0.079	3.34
	B73	0.101	0.269	0.030	0.095	0.035	0.014	0.089	0.183	0.657	0.495	0.299	0.174	2.44
	B78	0.046	0.155	0.027	0.061	0.037	0.013	0.087	0.152	0.632	0.552	0.220	0.118	2.10
	B83	0.058	0.246	0.020	0.086	0.074	0.021	0.190	0.191	0.763	0.509	0.181	0.100	2.44
	B88	0.067	0.192	0.042	0.079	0.078	0.028	0.110	0.170	0.796	0.691	0.209	0.121	2.58
	B93	0.066	0.266	0.051	0.134	0.086	0.029	0.089	0.198	1.003	0.757	0.256	0.153	3.09
	B98	0.076	0.276	0.038	0.171	0.038	0.022	0.165	0.284	0.976	0.620	0.394	0.272	3.33
	B103	0.060	0.223	0.033	0.039	0.120	0.037	0.178	0.193	0.673	0.599	0.320	0.228	2.70
	B108	0.048	0.183	0.035	0.093	0.032	0.018	0.153	0.187	0.756	0.687	0.320	0.228	2.74

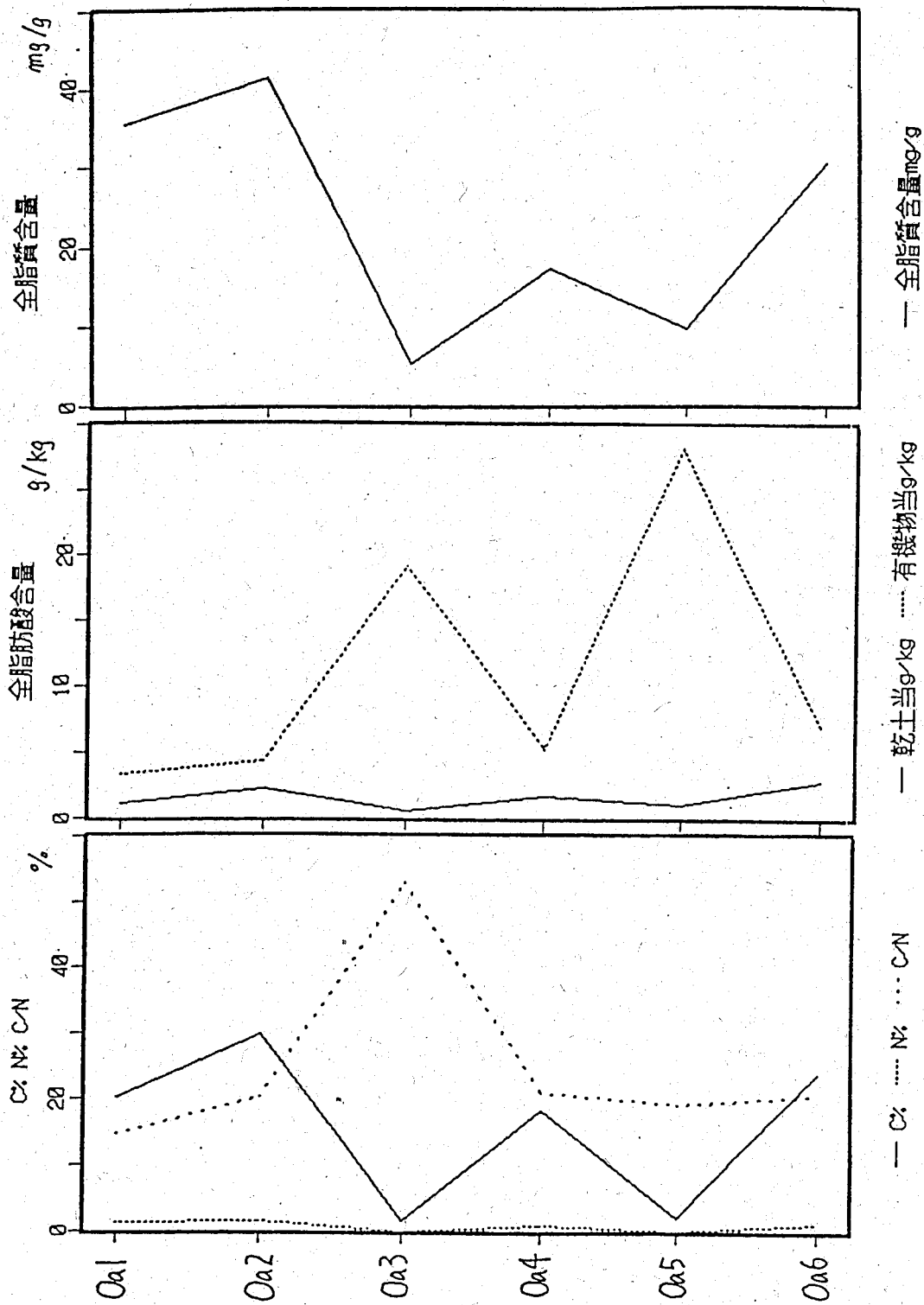


図22 生花苗泥炭土の炭素、窒素含量、  
全脂肪酸含量、および全脂質含量

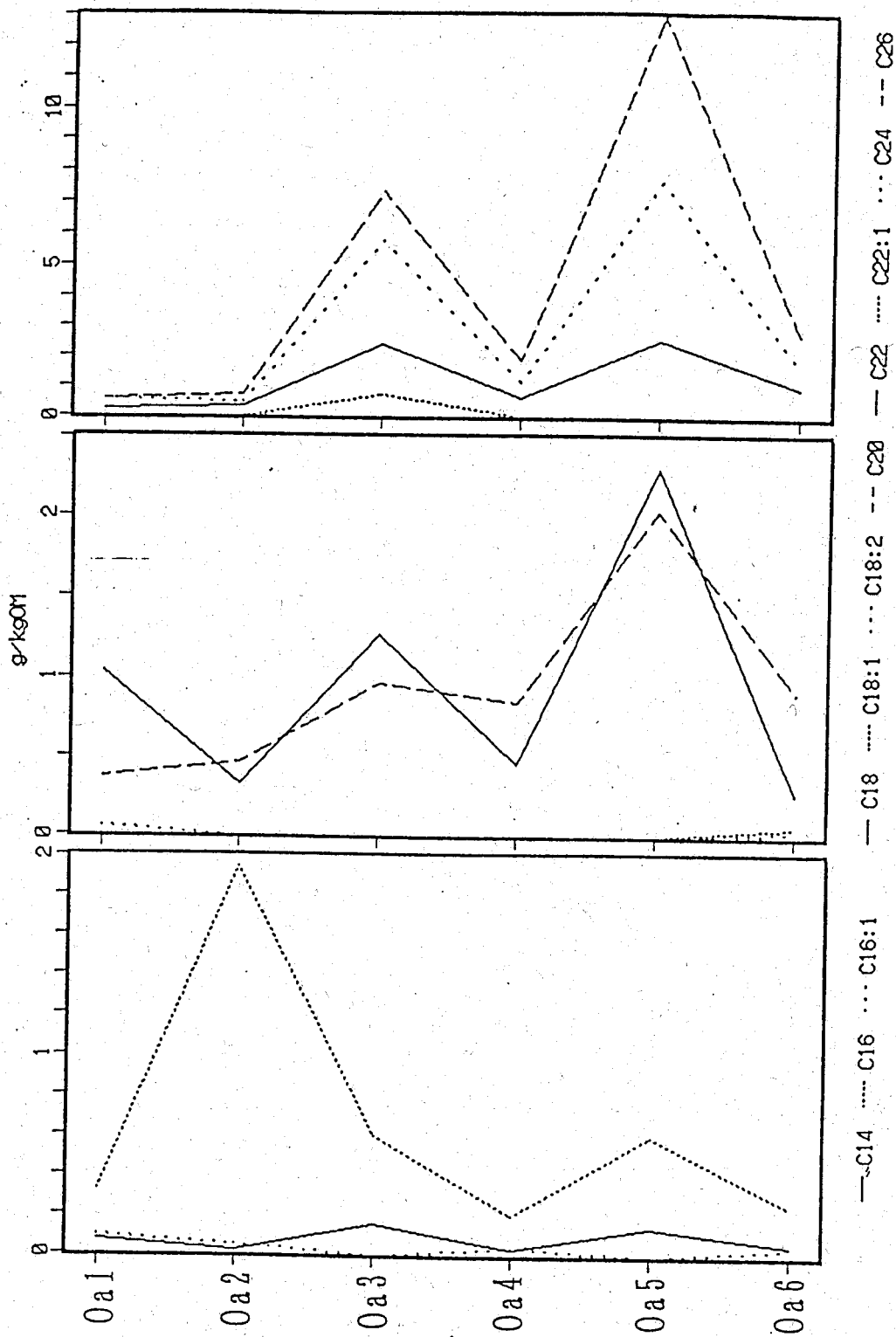


图 2 3 生花苗泥炭土の脂肪酸組成  
(有機物 1 kg 当たり)

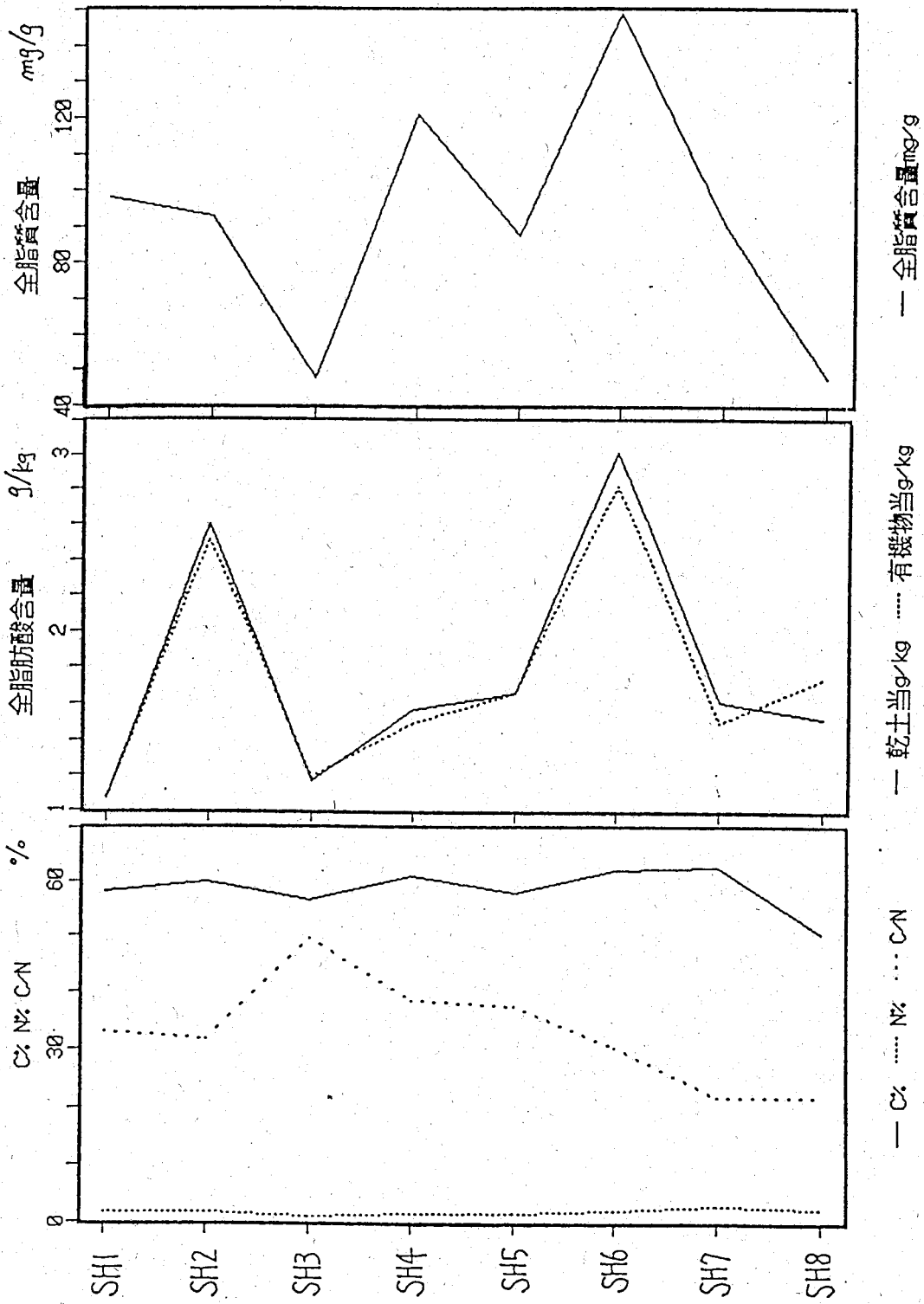


図24 サロベツ高位泥炭土の炭素、窒素含量、  
全脂肪酸含量、および全脂質含量

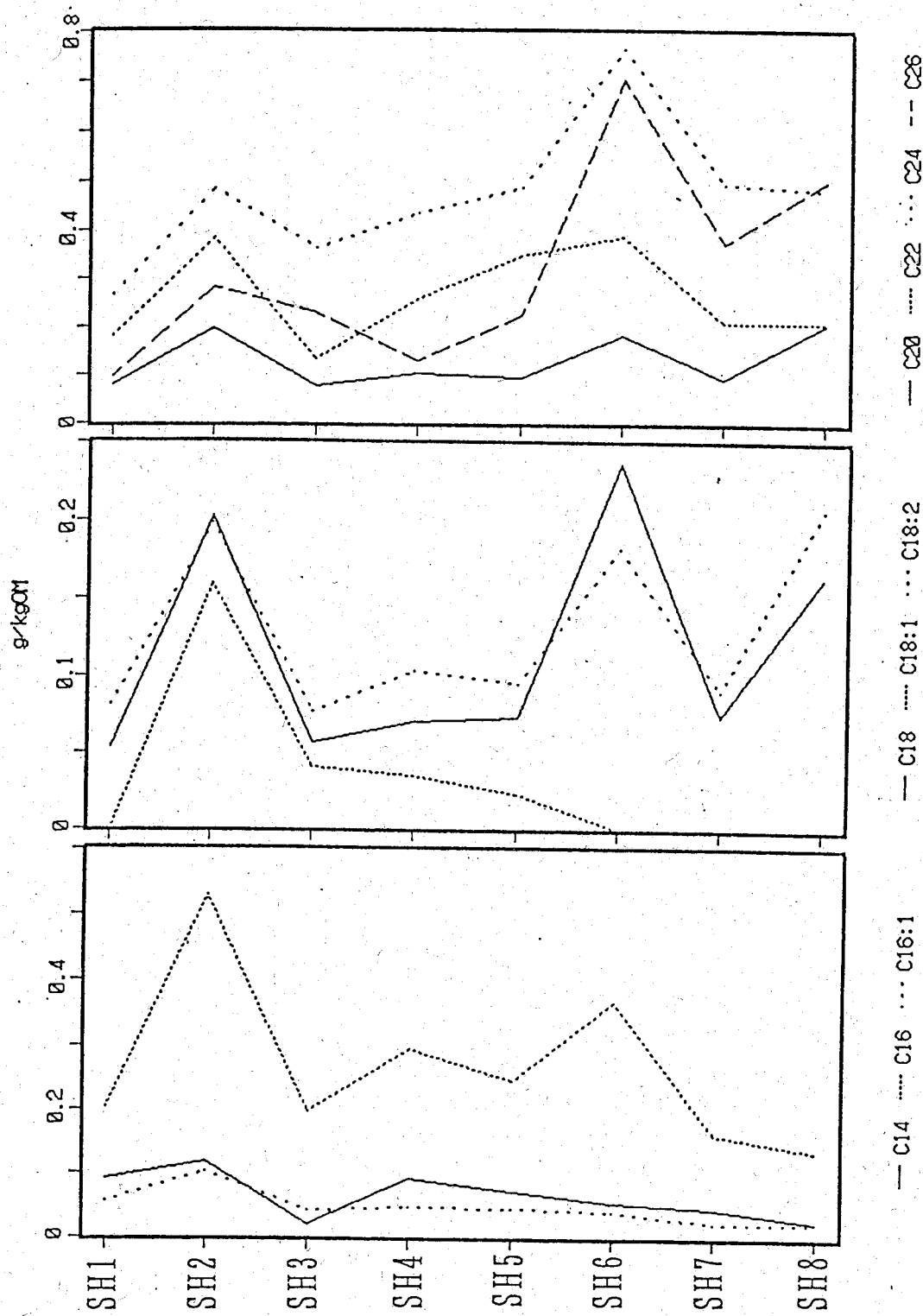


図25 サロベツ高位泥炭土の脂肪酸組成  
(有機物1kg当たり)



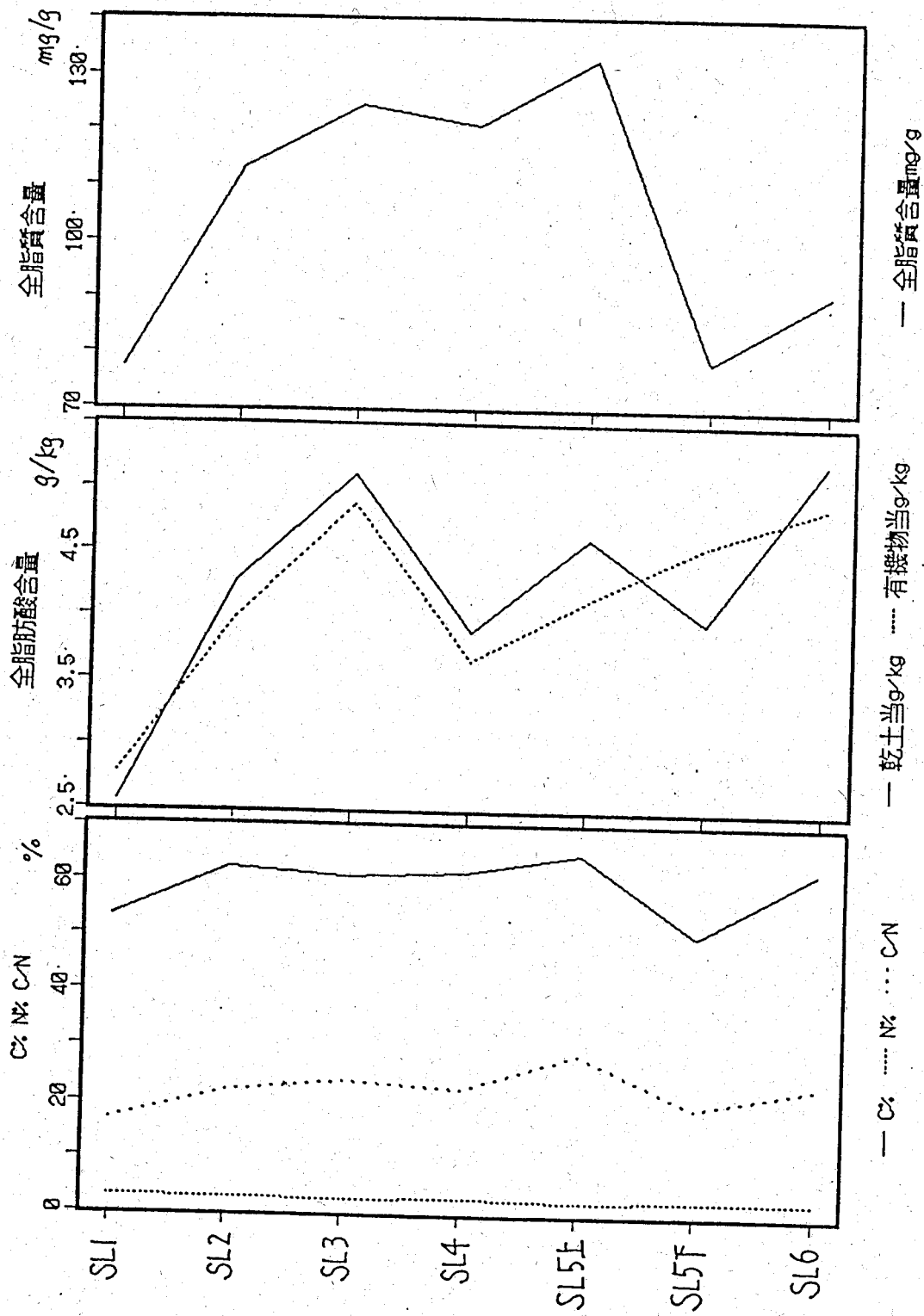


図26 サロベツ低位泥炭土の炭素、窒素含量、  
全脂肪酸含量、および全脂質含量

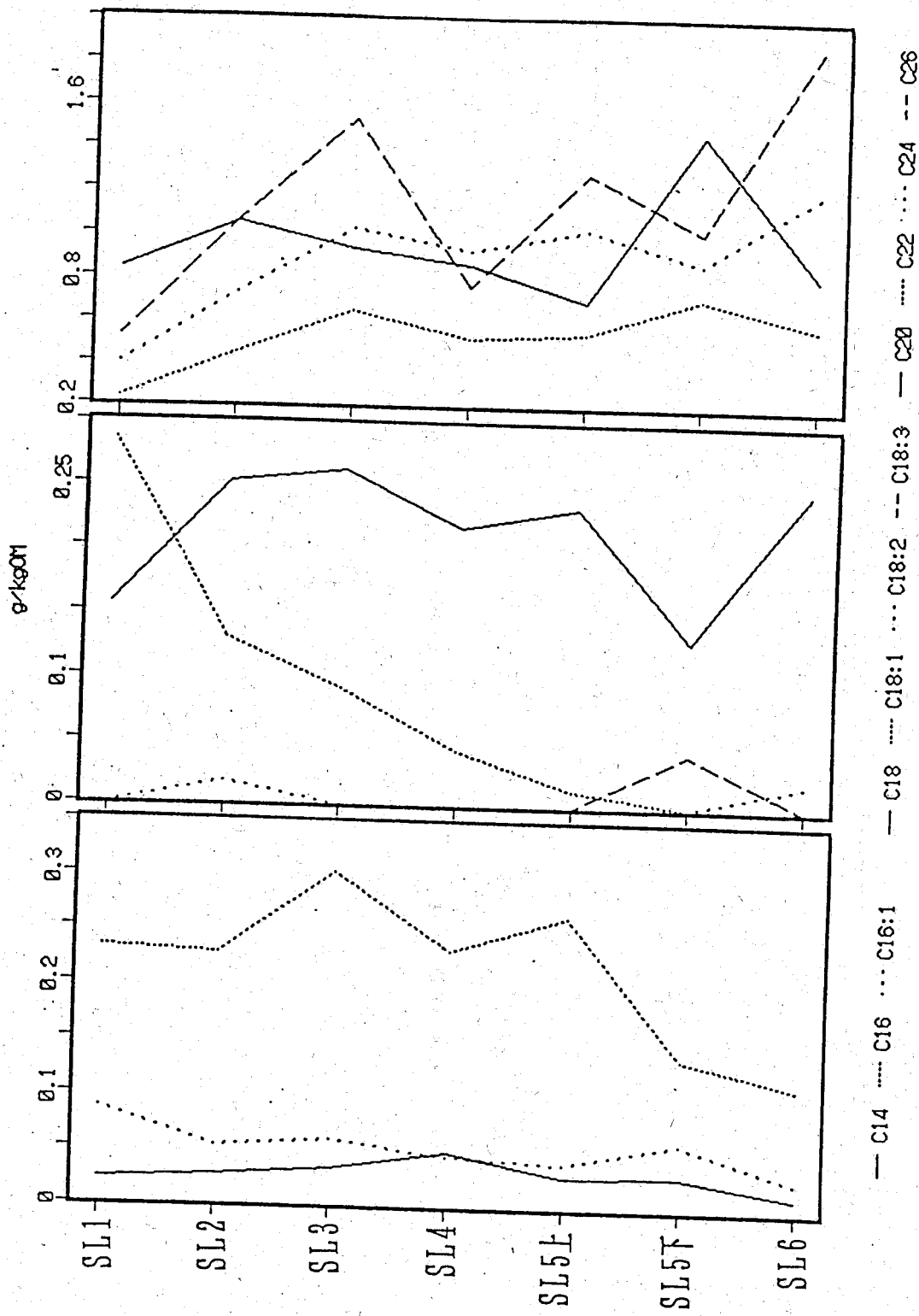


図27 サロベツ低位泥炭土の脂肪酸組成  
(有機物1kg当たり)

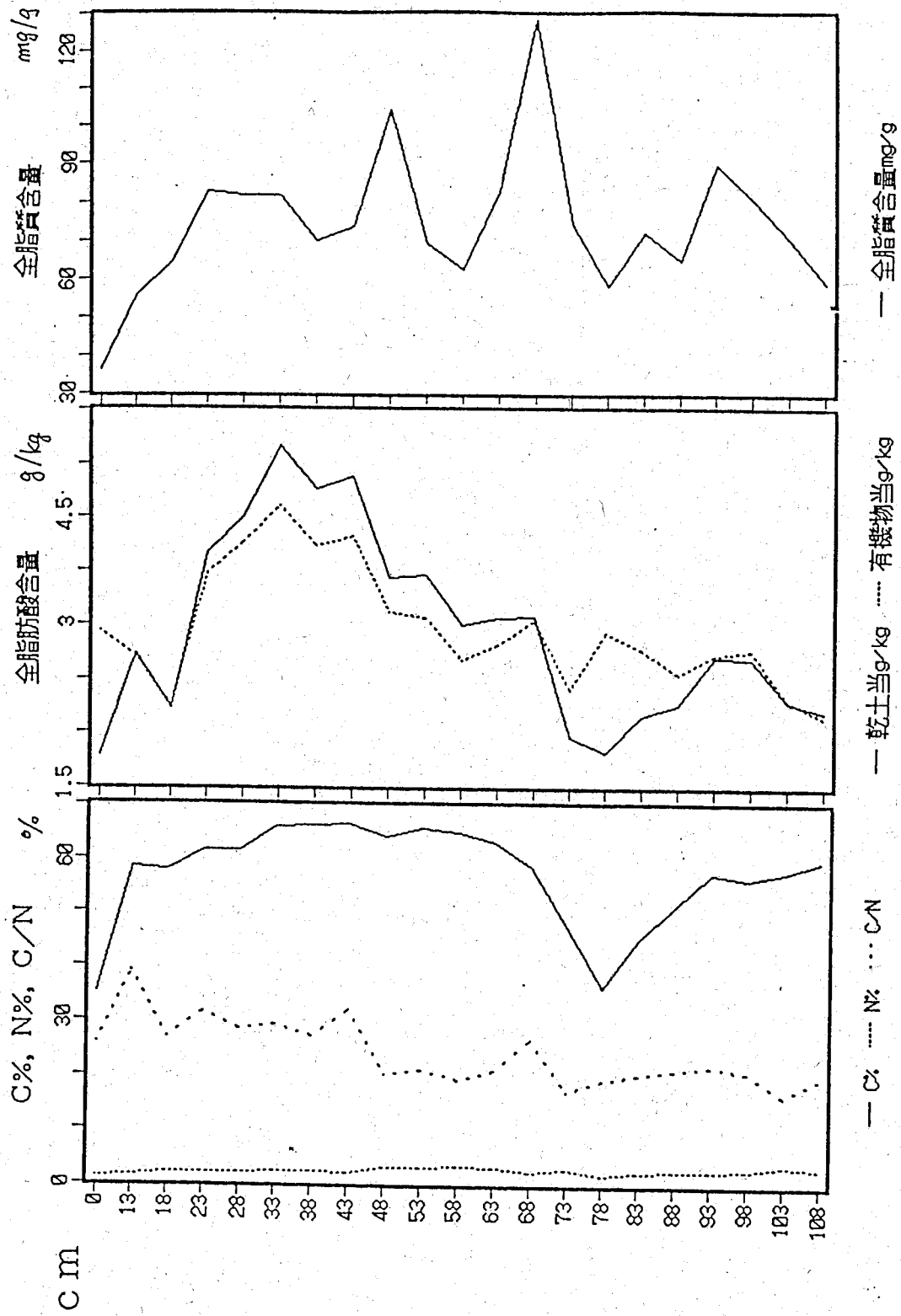


図28 美唄泥炭土の炭素、窒素含量、  
全脂肪酸含量、および全脂質含量

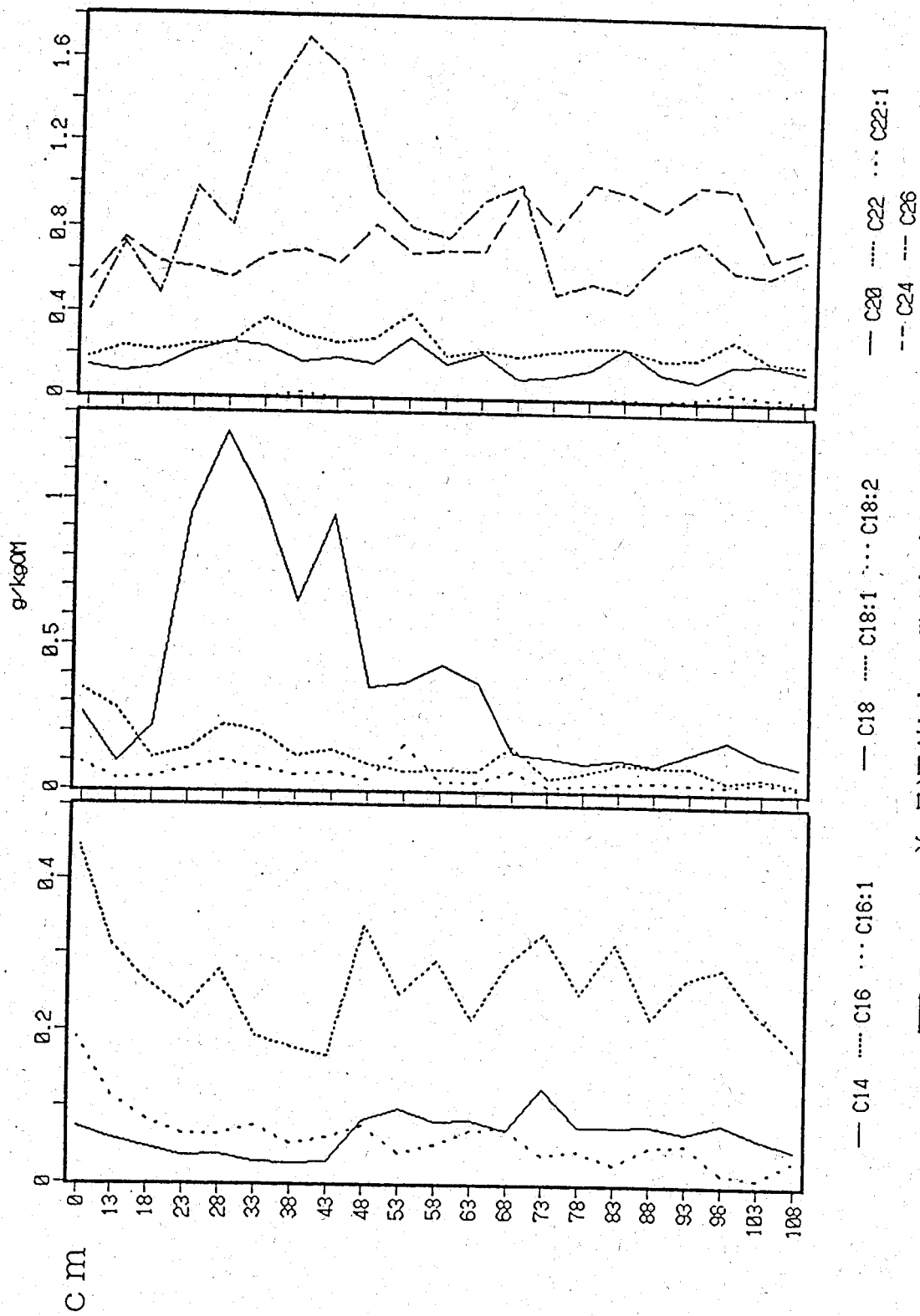


図 29 美唄泥炭土の脂肪酸組成  
(有機物 1 kg 当たり)

## 第5章 泥炭地植物および泥炭土のステロール組成

### 5-1 目的

ステロール組成から海洋や湖底堆積物中の有機物の起源を探る試みは、いくつか行なわれているが (Volkman 1986, Lajat et. al. 1989)、土壌中のステロール組成については、まだあまり研究が行なわれていない。しかし、ステロール類は、シトステロール、スティグマステロール、カンペステロール等は植物体由来、エルゴステロールは糸状菌由来 (Weete 1973, Grant and West 1986)、コレステロールは動物由来というように、その起源との対応が比較的明瞭なので、土壌有機物の由来を解明する上で有力な鍵となるものと考えられる。本章では、泥炭構成植物および泥炭土のステロール組成を分析し、ステロール組成と泥炭の生成過程および堆積環境との関連を明らかにすることを目的とした。

### 5-2 実験方法

ステロールは、脂肪酸組成の分析に用いたメチル化試料をさらにシリル化して、キャピラリーガスクロによって分析した。

抽出、誘導体作成の方法は、図30に示した。キャピラリーガスクロの条件は、前章4-2に示した Neutrabond-1 を用いた方法と同じである。

ステロール分析のガスクロマトグラムを図31に示した。

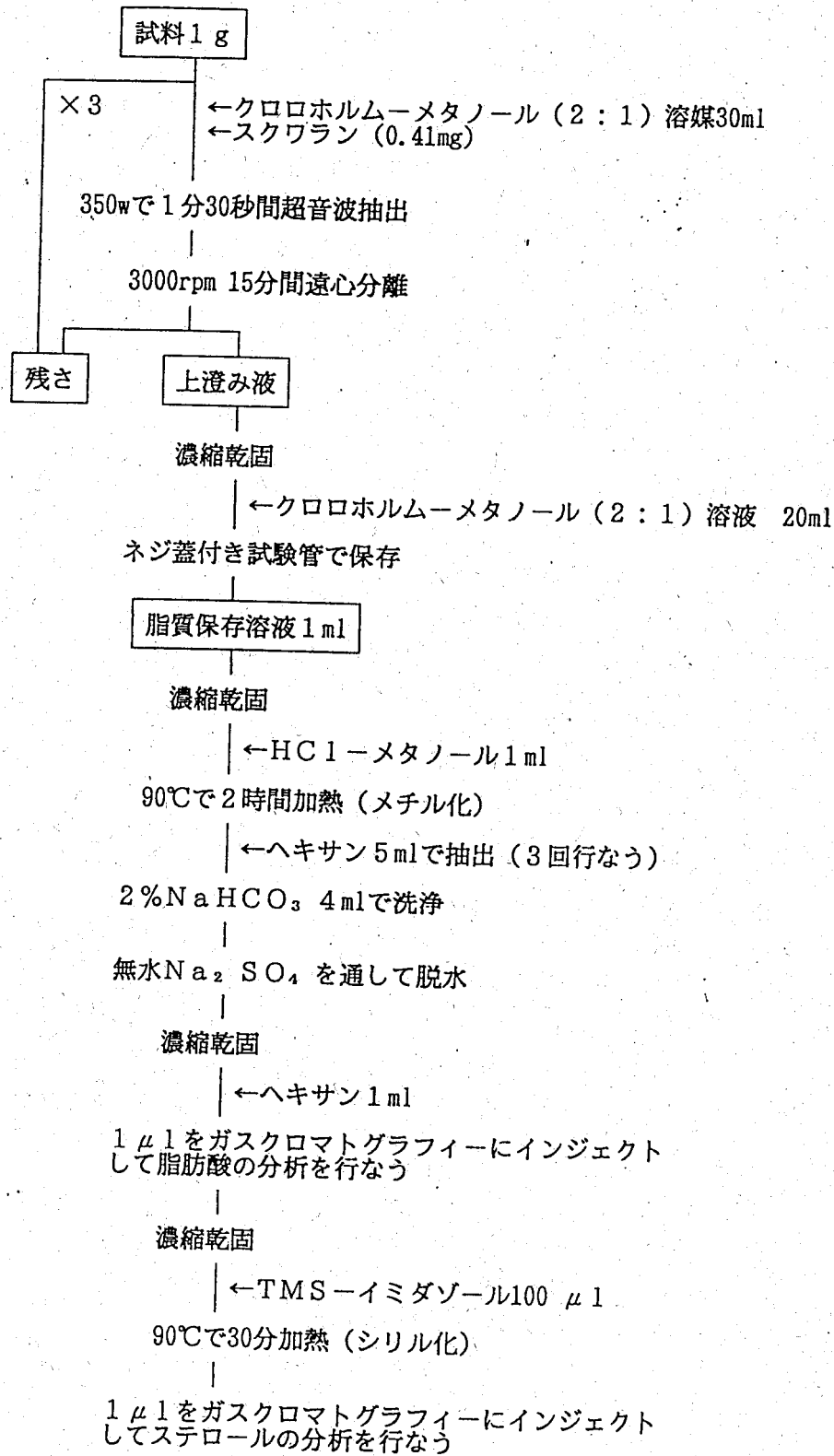


図30 脂肪酸およびステロール定量のフローチャート

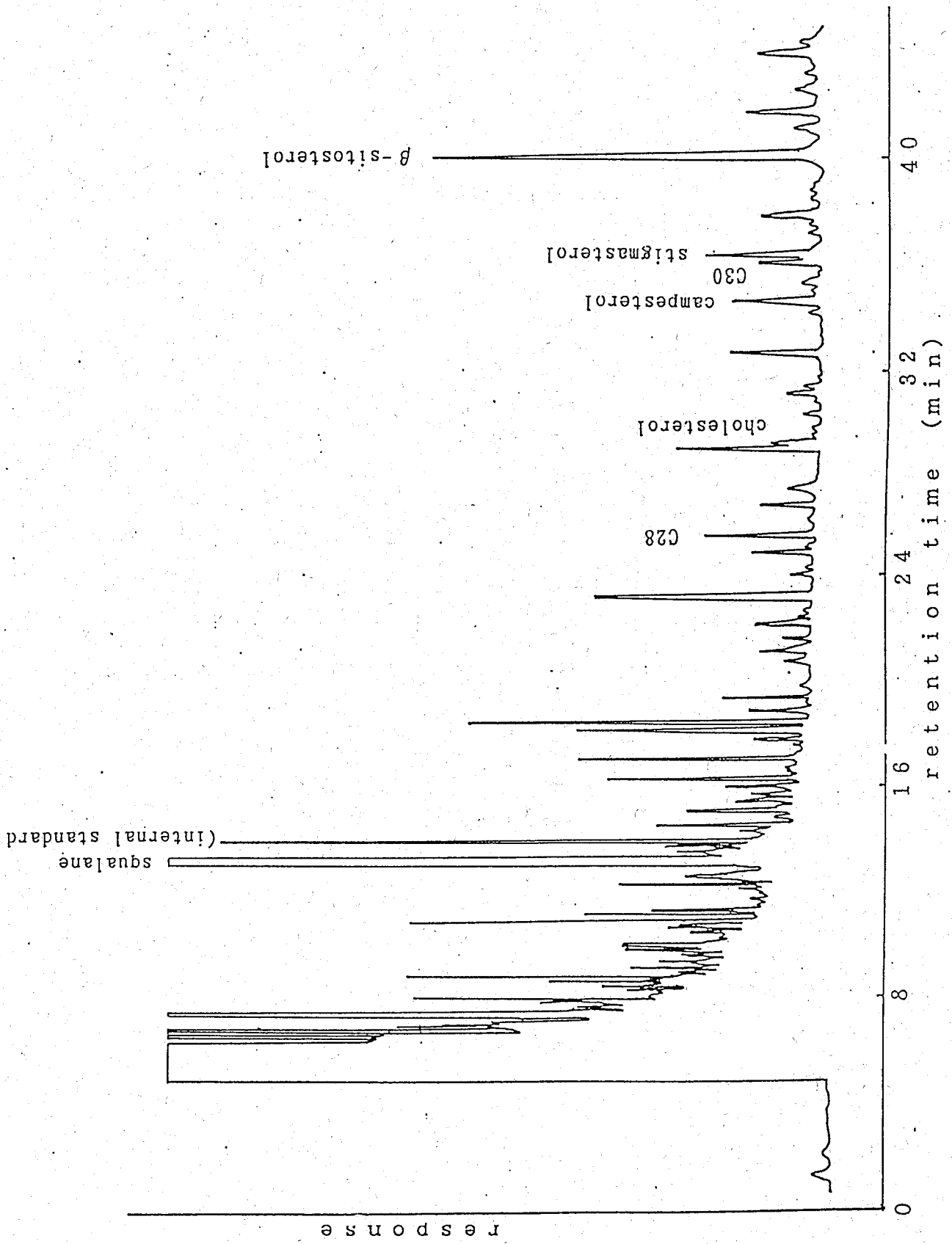


図 3 1 ステロールのガスクロマトグラム

### 5-3 結果および考察

#### 5-3-1 泥炭地植物のステロール組成

泥炭地植物のステロール組成を表10および図32に示した。

泥炭地植物から検出されたステロールは、カンペステロール、スティグマステロール、 $\beta$ -シトステロールのみであった。

ミズゴケとエゾイソツツジを除いて、 $\beta$ -シトステロールの含量が最も多かった。特に、ヤチハンノキ・ヤチヤナギ等の木本では、 $\beta$ -シトステロールが90%以上を占めた。ヨシ・ヌマガヤ・ササ・ツルコケモモ・ヤマドリゼンマイ等では、 $\beta$ -シトステロールに次いでカンペステロールの量が多かった。カンペステロールの構成割合が比較的大きい植物は、エゾイソツツジとヤマドリゼンマイであった。ミズゴケのステロール含量は少なかったが、その中ではスティグマステロールの割合が大きかった。ホロムイスゲは、他の草本と同様 $\beta$ -シトステロールが主体であったが、スティグマステロール含量がこれに次いだ。

表10 泥炭構成植物からのステロールの収量 (mg/g 乾物)

植物名	Campe-sterol	Stigma-sterol	$\beta$ -Sito-sterol
ヨシ 地下茎	0.121	0.092	0.699
ヌマガヤ 根基部	0.072	0.052	0.475
ササ 根	0.093	0.063	0.354
ワタスゲ 葉鞘	0.090	0.037	0.684
ホロムイスゲ	0.067	0.168	0.644
ツルコケモモ	0.196	0.029	0.859
ヤチヤナギ	0.025	0.022	0.474
エゾイソツツジ	0.067	0.013	0.024
ヤチハンノキ	0.01	0.01	1.779
ヤチハンノキ泥炭	0.019	0.044	0.543
ミズゴケ	0.034	0.095	0.059
ヤマドリゼンマイ	0.421	0.014	1.211



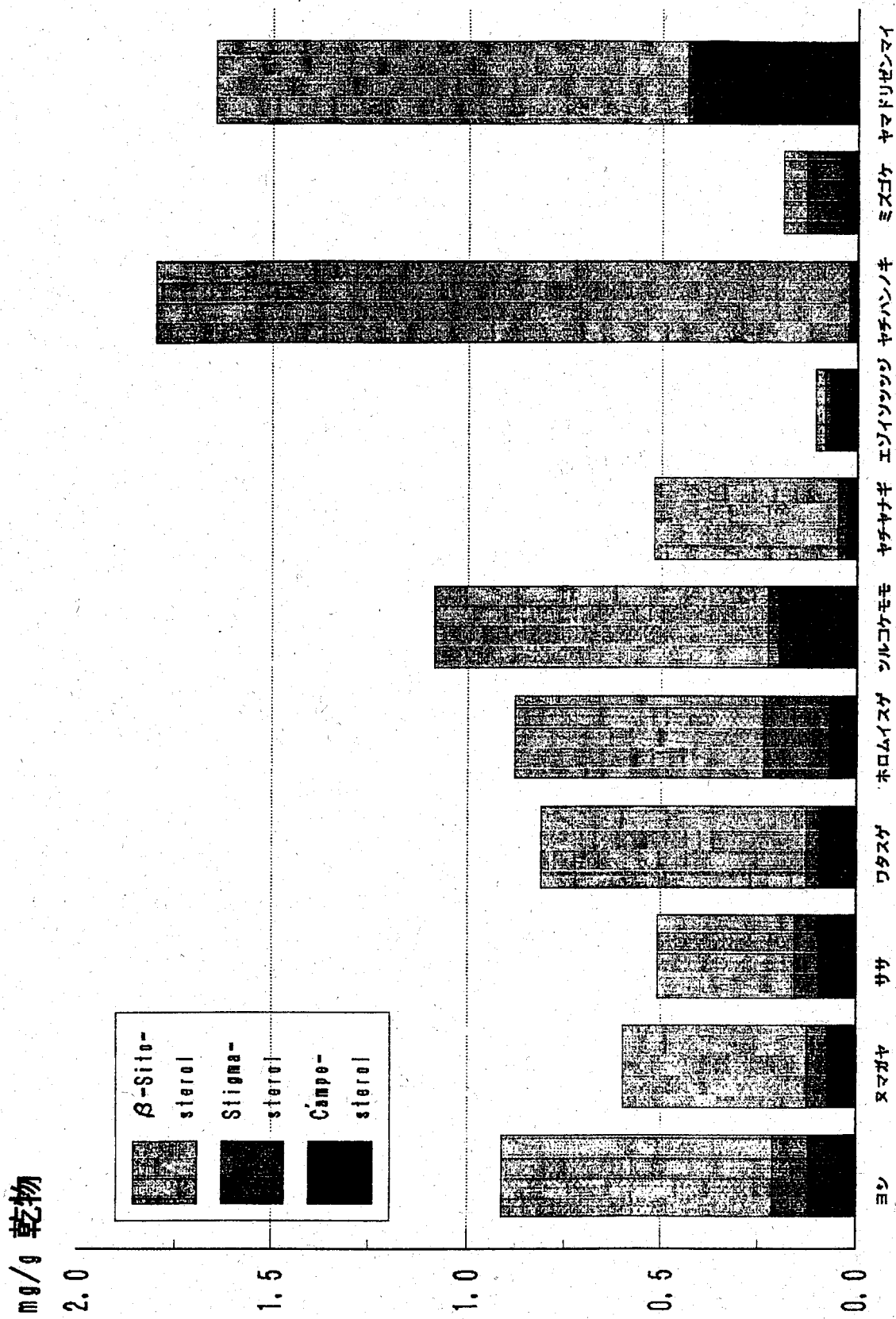


図32 泥炭地植物のステロール組成

### 5-3-2 泥炭土のステロール組成

泥炭土のステロール組成は表 1 1・1 2 および図 3 3 から図 3 5 に示した。

生花苗泥炭土は他の泥炭断面と比較してステロール含量が少なかった(表 1 1、図 3 3)。主要なステロールは $\beta$ -シトステロールであったが、植物体と比べて、スティグマステロールやカンペステロールの割合が高かった。ほとんどの植物ではカンペステロールのほうがスティグマステロールよりも多かったのに対し、泥炭中ではスティグマステロールの割合の方が高くなった。生花苗泥炭土では、他の泥炭土では検出されなかったコレステロールが検出された。生花苗沼は、海水の流入することもある富栄養的な潟湖であり、動物性のプランクトン等の影響も考えられる。

サロベツ高位泥炭土とサロベツ低位泥炭土のステロール組成を、図 3 4 で比較した。サロベツ高位泥炭土は S L 1 から S L 5 層までが高位泥炭層で、S H 6 層以下は低位泥炭層であった。高位泥炭層と低位泥炭層を比較すると、低位泥炭の方がスティグマステロールの割合が高かった。同様な傾向は、高位泥炭土断面と低位泥炭土断面を比較した場合にも認められた。スティグマステロール含量の構成割合の高い泥炭構成植物はミズゴケであったが(約 5 0%)、ミズゴケのステロール含量の絶対量は、各種の構成植物と比較して最も低かった(図 3 2)。ヨシ・ヌマガヤ・ホロムイヌゲ等の草本類にも絶対量としてかなりのスティグマステロールが含まれたことから、低位泥炭における有機物の蓄積過程において、ヨシ等の草本植物に含まれるスティグマステロールが相対的に濃縮されたものと考えられる。

美唄泥炭土のステロール組成は表 1 2 および図 3 5 に示した。B 1 3 から B 1 8 までの試料のステロール含量が非常に少なかったのは、ミズゴケを主体とする泥炭であることと、表層の乾燥によって分解が進んでいることによるものであろう。B 2 3 から B 4 3 までの高位泥炭層は最もステロール含量が高かった。これは、ホロムイヌゲの構成割合が高かったことによるものであろう。この層位における組成は、 $\beta$ -シトステロールが最も多く、以下、カンペステロール、スティグマステロールの順であり、草本類のステロール組成と一致していた。

B 4 8 から B 6 3 までの中間泥炭層では、ステロール含量は高位泥炭層より若干減少すると同時に、スティグマステロールの割合が高くなった。B 6 8 以下の低位泥炭層では土砂の流入に伴うステロール含量の減少がみられたが、スティグマステロールの相対的割合は、上位の中間泥炭層よりもさらに増加した。この傾向は、サロベツ泥炭土の場合と一致していた。

表11 各種泥炭断面のステロール含量 (mg/g 乾土)

断面	試料 層位	Campe-sterol	Stigma-sterol	$\beta$ -Sito-sterol	Chole-sterol
生花苗泥炭断面					
	0a1	0.024	0.045	0.076	0.009
	0a2	0.035	0.046	0.118	0.012
	0a3	0.000	0.009	0.005	0.006
	0a4	0.029	0.042	0.084	N. D.
	0a5	0.000	0.008	0.008	N. D.
	0a6	0.042	0.054	0.152	0.008
サロベツ高位泥炭断面					
	SH1	0.062	0.099	0.323	N. D.
	SH2	0.082	0.258	0.331	N. D.
	SH3	0.054	0.085	0.193	N. D.
	SH4	0.082	0.052	0.500	N. D.
	SH5	0.126	0.129	0.471	N. D.
	SH6	0.283	0.867	0.290	N. D.
	SH7	0.053	0.273	0.606	N. D.
	SH8	0.000	0.171	0.150	N. D.
サロベツ低位泥炭断面					
	SL1	0.068	0.080	0.095	N. D.
	SL2	0.093	0.245	0.183	N. D.
	SL3	0.118	0.380	0.286	N. D.
	SL4	0.086	0.217	0.253	N. D.

注) N. D.: 検出せず

表12 美根泥炭断面のステロール含量 (mg/g 乾土)

断面	試料 層位	Campe-sterol	Stigma-sterol	$\beta$ -Sito-sterol	Chole-sterol
美根泥炭断面					
	B0	0.035	0.029	0.104	N. D.
	B13	0.065	0.045	0.137	N. D.
	B18	0.067	0.113	0.137	N. D.
	B23	0.128	0.145	0.385	N. D.
	B28	0.171	0.099	0.464	N. D.
	B33	0.177	0.144	0.370	N. D.
	B38	0.162	0.162	0.241	N. D.
	B43	0.195	0.102	0.316	N. D.
	B48	0.091	0.128	0.278	N. D.
	B53	0.087	0.113	0.239	N. D.
	B58	0.095	0.132	0.208	N. D.
	B63	0.076	0.094	0.248	N. D.
	B68	0.126	0.077	0.397	N. D.
	B73	0.043	0.234	0.140	N. D.
	B78	0.042	0.132	0.160	N. D.
	B83	0.032	0.092	0.175	N. D.
	B88	0.058	0.101	0.270	N. D.
	B93	0.049	0.088	0.241	N. D.
	B98	0.047	0.153	0.249	N. D.
	B103	0.038	0.175	0.230	N. D.
	B108	0.038	0.175	0.230	N. D.

注) N. D.: 検出せず

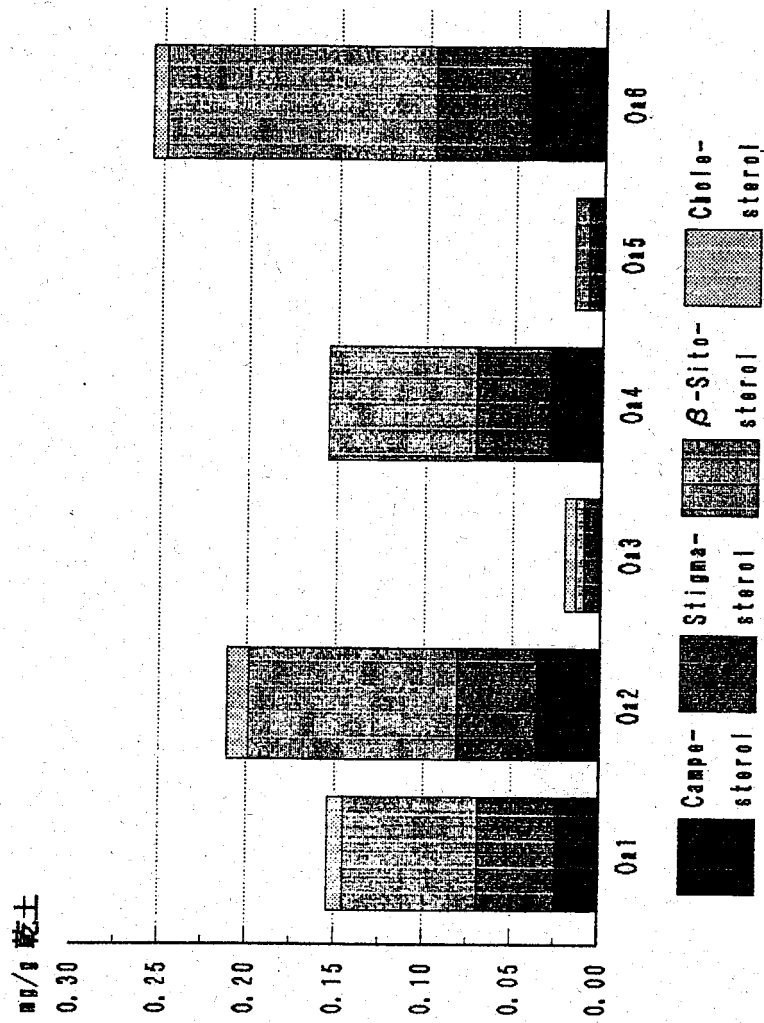


図3-3 生花苗泥炭土のステロール組成

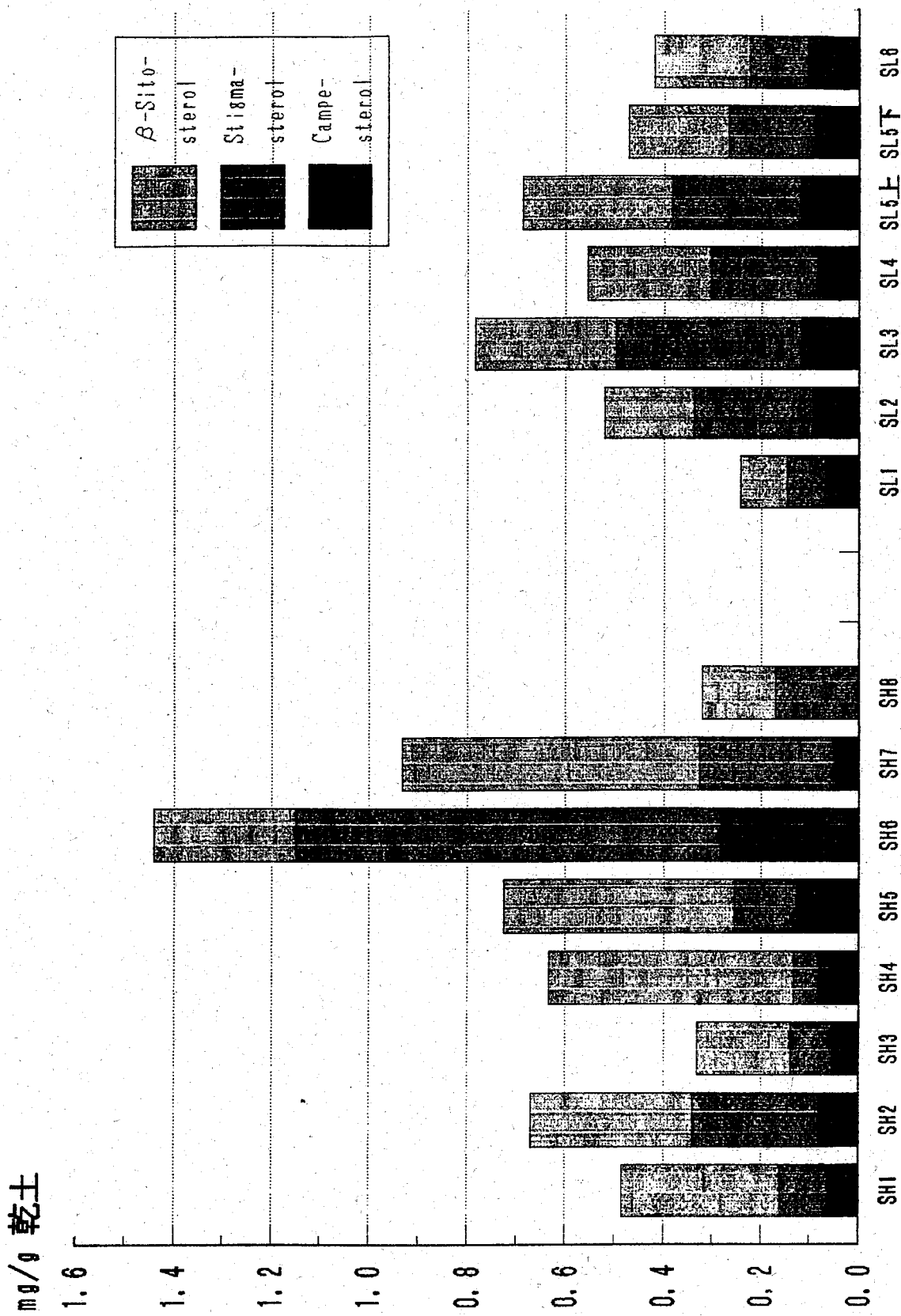


図3-4 サロベツ高位および低位泥炭断面のステロール組成

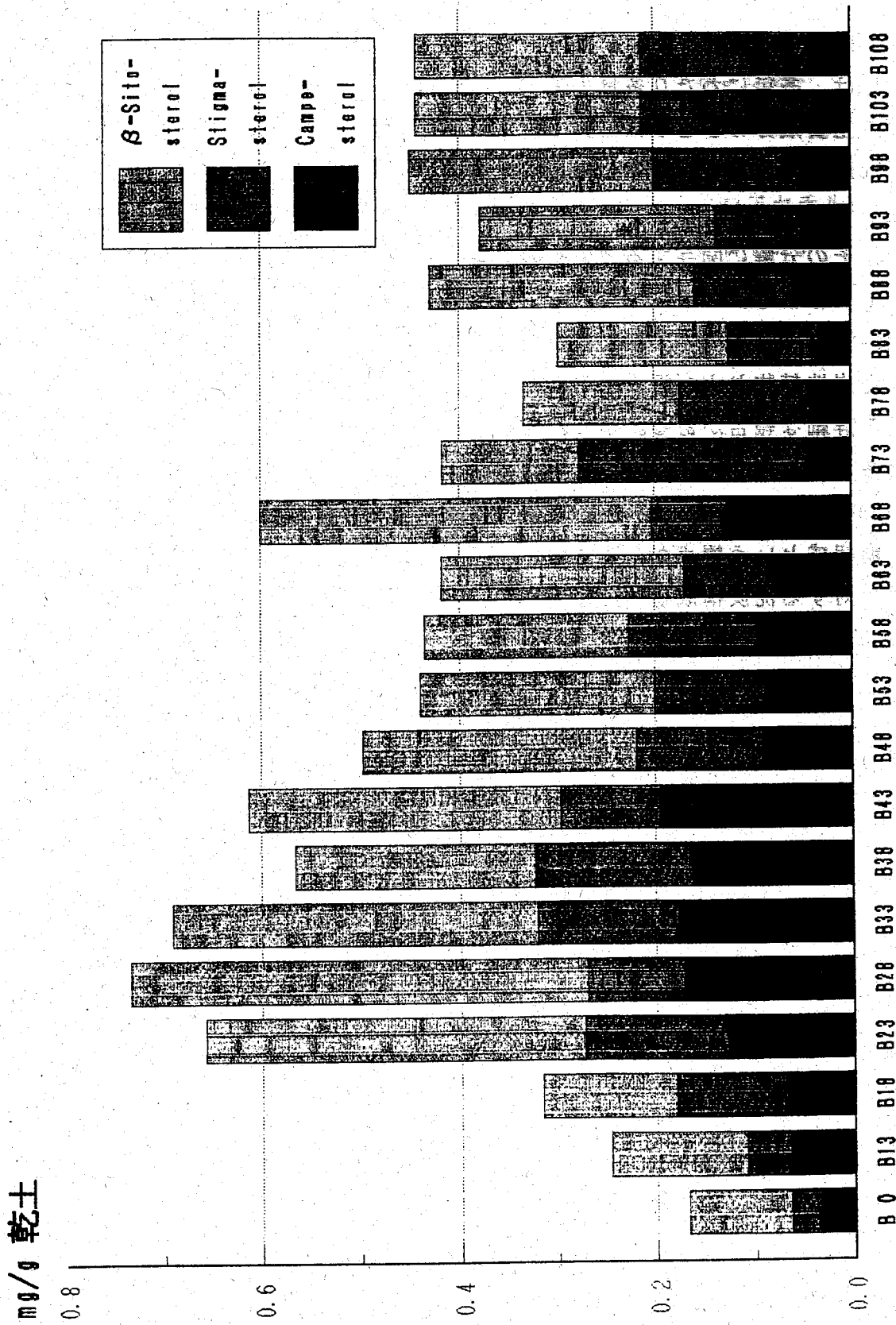


図35 美唄泥炭断面のステロール組成

## 6. 泥炭地植物および泥炭土の糖組成

### 6-1 目的

泥炭地には、多年にわたり多量の未分解植物遺体が供給され、蓄積されている。植物遺体の主要成分のひとつは糖質であり、乾物当り全有機物の10~50%を占める(Morita 1980)。泥炭土の糖組成は、泥炭構成植物の糖組成が分解過程で変化していく途中の段階を示したものであり、もとの植物の糖組成を反映する一方で、その分解に関与する微生物のフロラや活性を支配する泥炭地の生成環境によっても影響を受ける。すなわち、有機物分解の著しく進行した泥炭土の糖組成には、微生物が土壤中で新たに合成した糖による特徴が認められる(Morita 1980)。泥炭地植物および泥炭土の加水分解性中性糖に関しては、既に近藤(1980)による詳細な報告がある。また、各種耕地土壌・未耕地土壌の糖組成に関する研究は多く、土壌多糖類の各種土壌における組成や機能が明らかにされてきた(村山 1984 1987, 菅家 1988)。本研究は、泥炭土における有機物変化の一側面を、糖組成という観点から明らかにしようとするものである。また、泥炭土の糖組成に対する泥炭構成植物の寄与についても考察した。

## 6-2 実験方法

植物体および泥炭試料の糖成分は、ヘミセルロース型糖およびセルロース型糖画分に逐次加水分解して定量した。

それぞれの糖画分の加水分解法については、図36および図37に示した。

それぞれの加水分解性中性糖画分の内の半量は、真空乾燥機中で一晩乾燥した後、トリフルオロ酢酸無水物200 $\mu$ lと酢酸エチル200 $\mu$ lを加えて密栓し、アルミブロックヒーター中90 $^{\circ}$ Cで5分間加熱して、トリフルオロアセチル化した。放冷後、1 $\mu$ lを下記の条件のガスクロマトグラフィーで分析した。

他の半量は、アンスロン・硫酸法によるヘキソースの定量およびオルシノール・鉄・塩酸法によるペントースの定量に供試した。これらの比色定量法は福井(1990)所収の方法で行なった。

中性糖のガスクロマトグラフィーの条件

装置： 日立163型ガスクロマトグラフ

カラム：OV105 2% on Uniport HP (60/80 mesh)

ガラスカラム (長さ3m 内径3mm 外径5mm)

カラム温度：初期温度 100 $^{\circ}$ C 最終温度 230 $^{\circ}$ C

昇温速度 1 $^{\circ}$ C / min

キャリアーガス：窒素 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

検出器：FID (Range 10 Attenuation 8-32)

レコーダー：クロマトパック CR-6A



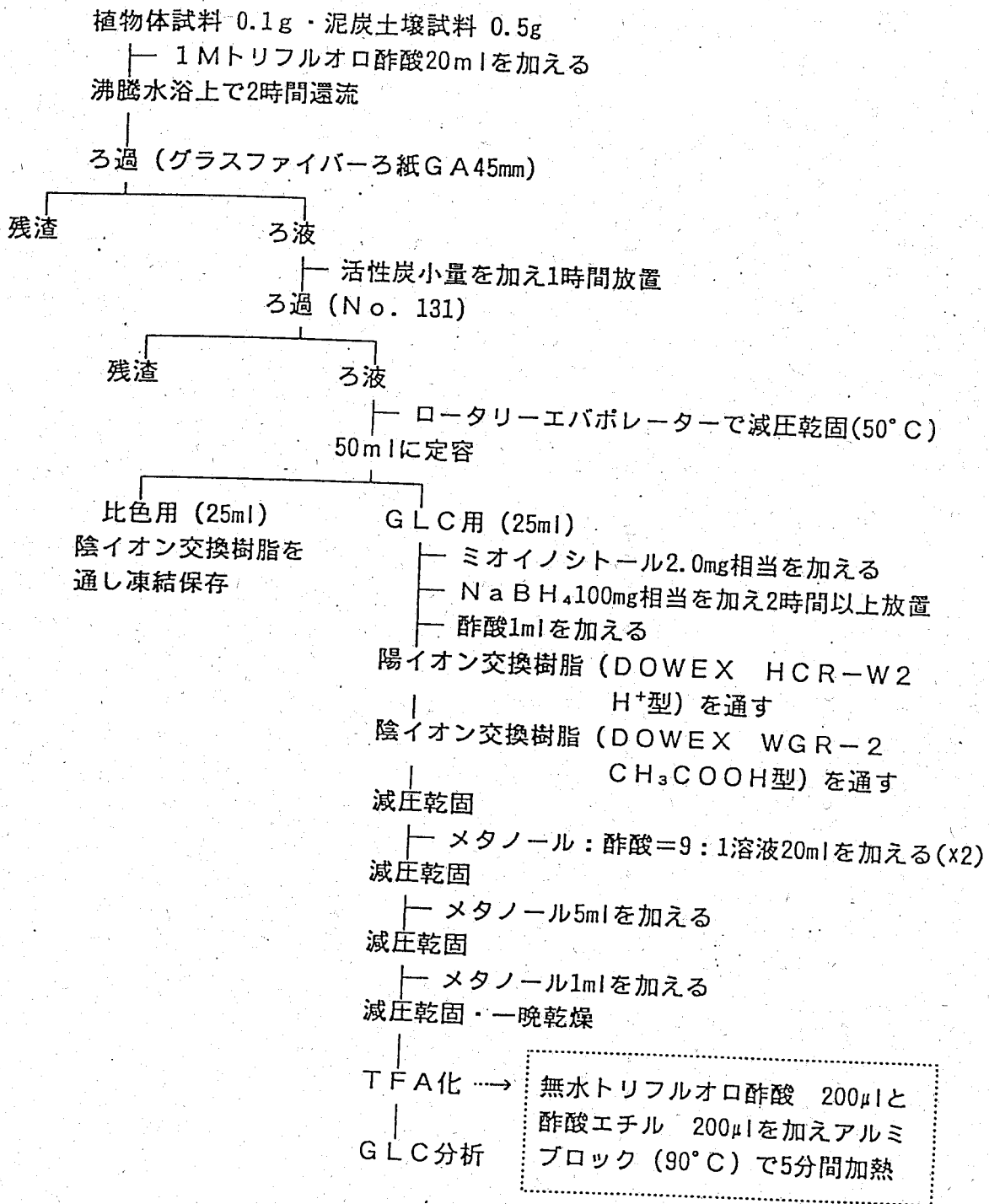


図36 ヘミセルロース型糖フローチャート

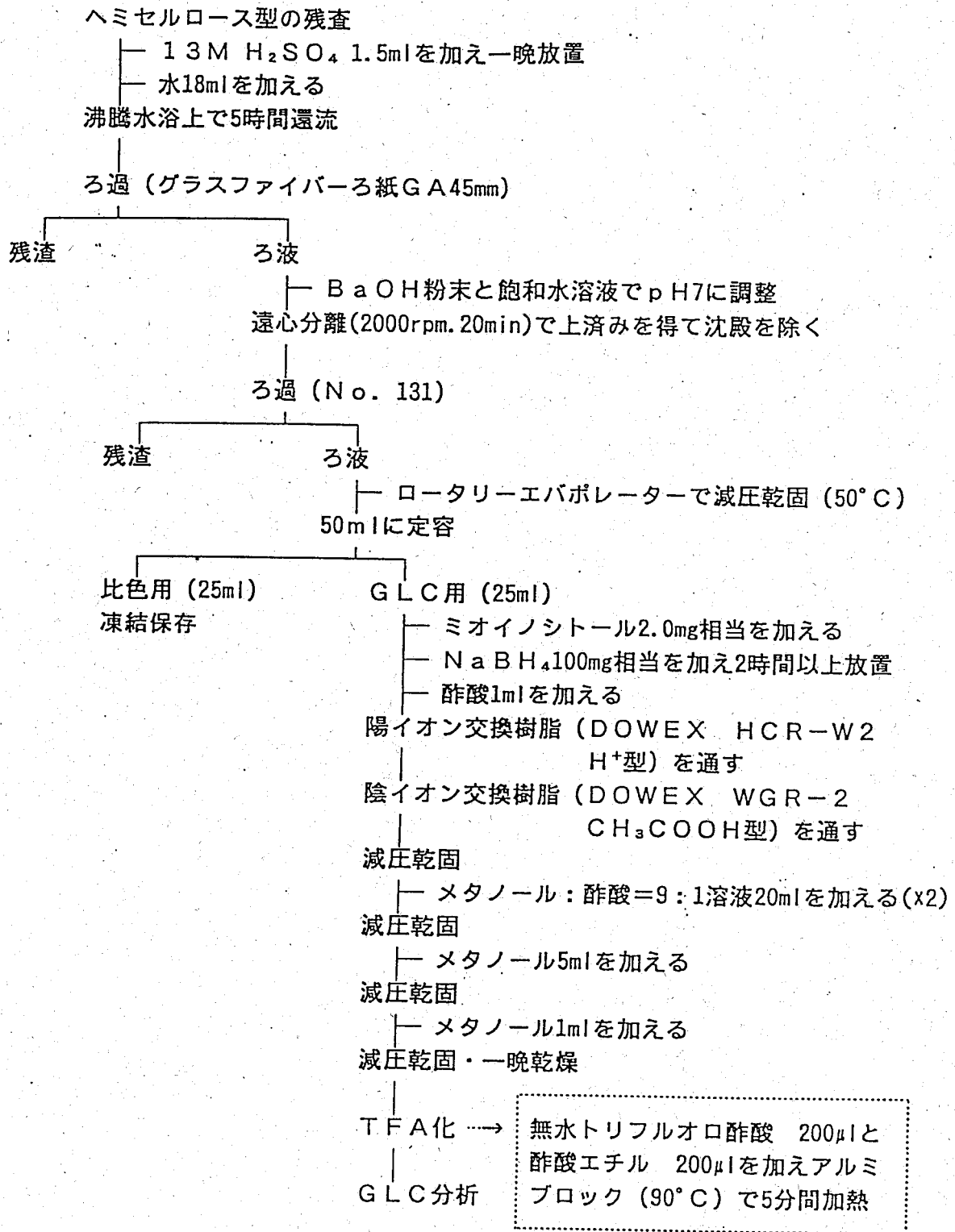


図37 セルロース型糖フローチャート

## 6-3 実験結果および考察

### 6-3-1. 泥炭地植物の糖組成

泥炭構成植物のヘミセルロース型およびセルロース型糖含量を表13に示した。糖含量は、植物体の全有機物の12%から36%を占めた。このうち、ヘミセルロース型糖は67%以上を占めた。また、ヨシ、ヌマガヤ、ワタスゲ、ヤマドリゼンマイ、クマイザサにおいて、各部位毎に糖含量を比較すると、地上部よりも地下部の方が、わずかながら多い傾向が認められた。植物種で比較すると、ササ、ヨシ、ヌマガヤ等のイネ科草本の糖含量が多く、カヤツリグサ科スゲ類とミズゴケがこれに次ぎ、木本類が最も少ない傾向を示した。

泥炭地植物のヘミセルロース型およびセルロース型糖組成は、表14および表15に示した。また、各種の植物の内代表的なものの糖組成(絶対量)を、図38から図41に示した。

ヨシ地下茎、ヌマガヤ根基部(図38)、クマイザサ(図39)等のイネ科植物では、ヘミセルロース型糖に占めるキシロースの割合が38~75%と最も高く、グルコースは10~57%とこれに次いだ。以下、アラビノース、ガラクトース、マンノースの順に多く含まれ、リボース、フコース、ラムノースについては全て1%以下であった。他方、表16に示したように、ヨシおよびヌマガヤのセルロース型糖には、グルコースとキシロースがほぼ同程度(37~59%)含まれ、アラビノースおよびマンノースがこれに付随した。クマイザサのセルロース型糖は、キシロースの割合が38~61%と、グルコース(13~57%)よりも高く、アラビノースが3~15%とこれに次いだ。他の植物でほとんど見られなかったガラクトースも1から8%含まれていた。

ホロムイスゲ、ワタスゲ(図39)、フトイ等のカヤツリグサ科の草本では、イネ科植物と同様に、ヘミセルロース型糖に占めるキシロースの割合が47~61%と最も高かった。これに次ぐ割合は、アラビノース14~21%、グルコース12~15%、ガラクトース6~14%、マンノース3%以下、リボース、フコース、ラムノースは1%以下であった。セルロース型糖においては、グルコース46~79%、キシロース15~38%、以下アラビノース、マンノースの順であった。

ミズゴケのヘミセルロース型糖(図40、表15)には、グルコースとガラクトースがそれぞれ22~36%含まれ、次いでキシロースとマンノースが12~18%、アラビノースが4~5%、ラムノースが4~6%含まれた。フコースは1~2%、リボースは1%弱であったが、他の植物中の含量よりも多かった。ミズゴケのセルロース型糖には、グルコースが64~87%と最も多く含まれ、キ

表12 泥炭構成植物の各糖比率

構成 泥炭名	試料名	△キソース/ パントース	デオキシ△キソース/ パントース(x100)	マンノース/ キシロース	△ミセルロース型糖/ セルロース型糖
低位 泥炭	ヨシ 茎	0.19	2.05	0.02	2.73
	ヨシ ヒゲ根	1.88	0.77	0.05	15.3
	ヨシ 地下茎	0.92	0.81	0.03	14.9
	フトイ	0.33	1.38	0.05	8.48
	ヤチハンノキ	0.96	3.85	0.04	3.50
中間 泥炭	ヌマガヤ 桿基部	0.71	0.87	0.01	12.7
	ヌマガヤ 根基部	0.70	0.60	0.02	12.3
	ヌマガヤ 根	0.93	1.09	0.02	18.2
	ワタスゲ 葉鞘	0.41	2.88	0.05	10.6
	ワタスゲ 根	0.47	2.85	0.05	7.47
	ヤチヤナギ	0.42	5.30	0.07	6.99
	ヤマドリゼンマイ 塊茎	8.97	25.1	5.12	9.77
	ヤマドリゼンマイ 根	16.3	12.2	5.36	15.8
高位 泥炭	ミズゴケ 生花苗	3.65	24.1	1.07	63.8
	ミズゴケ A	3.76	35.0	0.73	12.8
	ミズゴケ B	3.54	37.5	0.76	11.6
	ミズゴケ C	3.20	33.7	0.67	13.1
	ホロムイスゲ	0.28	0.97	0.01	16.6
	ツルコケモモ	0.56	4.82	0.04	4.14
	エゾイソツツジ	0.25	3.07	0.04	3.71
乾燥地	クマイザサ 葉	0.31	0.97	0.02	4.19
	クマイザサ 茎	0.68	0.54	0.02	9.94
	クマイザサ 根	1.42	0.91	0.01	9.80
	クマイザサ 細根	0.50	1.60	0.01	6.89

注) △ミセルロース型糖/セルロース型糖は比色法  
 他はGLC法で定量した△ミセルロース型糖内の各糖の比

表 13 泥炭構成植物の糖含量

構成 泥炭名	試料名	ハミセルロース型糖		セルロース型糖		計	糖総量
		ハキソース	ペントース	ハキソース	ペントース		
低位泥炭	ヨシ	34.3	91.4	126	16.7	46.1	172
	シ	141	75.7	217	5.7	14.2	231
	シ	165	92.0	257	6.2	17.2	274
	フトイ	61.8	121	182	6.5	28.3	204
中間泥炭	ヤチハンノキ	79.4	108	187	11.8	53.5	241
	ヌマガヤ	134	123	257	7.7	20.2	277
	ヌマガヤ	109	79.2	189	10.3	22.6	211
	ヌマガヤ	165	110	275	8.5	15.1	290
高位泥炭	ワタ	41.0	171	212	6.1	13.3	226
	ワタ	81.4	129	210	4.8	28.1	238
	ヤチ	48.2	65.0	113	6.9	16.2	129
	ヤマドリ	160	20.8	181	2.7	18.5	199
乾燥地	ヤマドリ	228	16.1	245	3.0	15.5	260
	スゴケ	83.2	11.5	94.7	2.3	45.1	140
	スゴケ	153	42.8	196	1.7	15.3	211
	スゴケ	162	44.1	206	3.3	17.8	223
乾燥地	スゴケ	122	42.9	165	2.3	12.6	177
	ホロム	57.7	106	163	6.7	21.4	185
	ツルコケ	46.3	46.5	92.8	7.7	22.4	115
	エソイツツ	37.2	75.7	113	8.0	30.4	143
乾燥地	クマイ	65.2	134	199	13.4	47.5	247
	クマイ	133	134	266	14.5	26.8	293
	クマイ	220	104	324	13.8	33.1	358
	クマイ	85.6	114	200	7.2	29.0	229

表 14 泥炭構成植物のヘミセルロース型糖組成

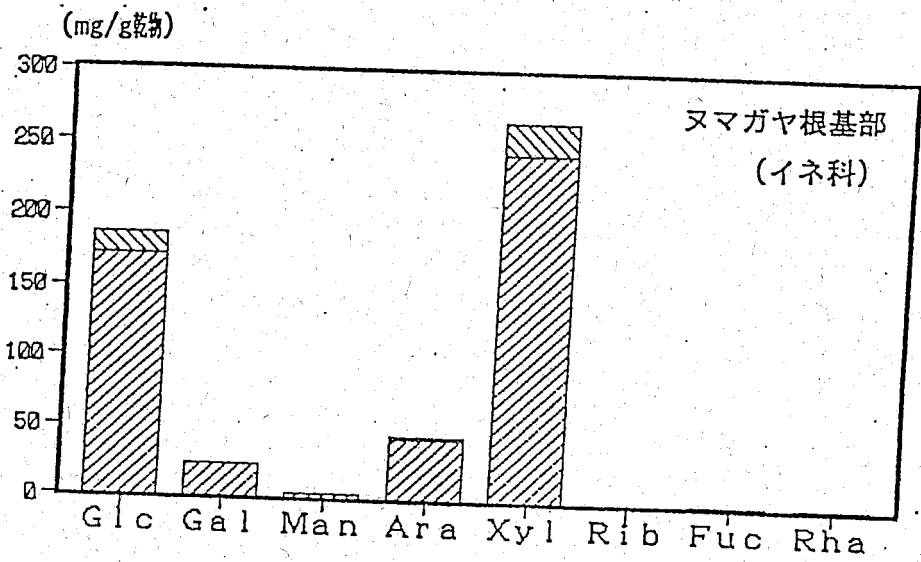
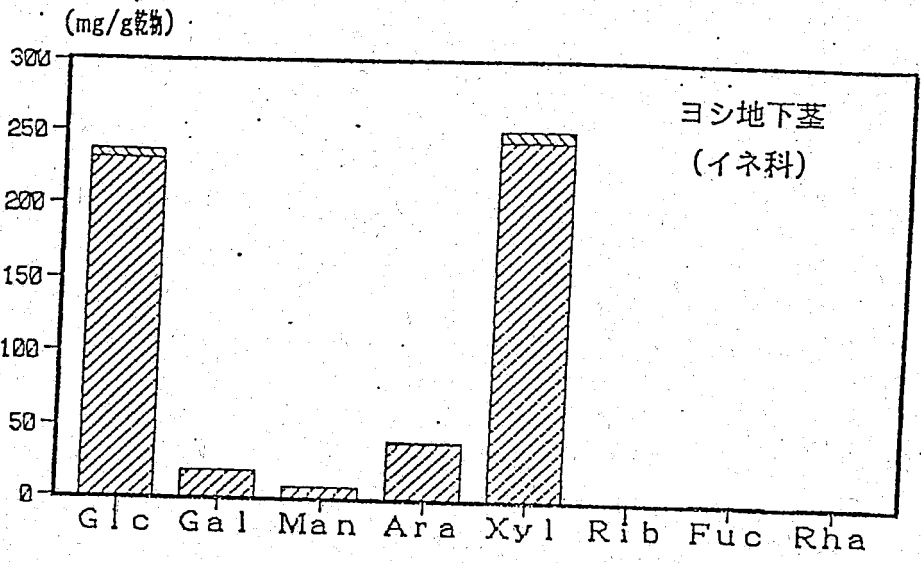
構成 泥炭名	試料名	相対的存在割合 (%)											
		Glc	Gal	Man	Ara	Xyl	Rib	Fuc	Rha				
低位泥炭	ヨシ	10.1	3.0	1.3	8.5	74.8	0.6	0.7	1.0	100			
	ヒゲ根	33.3	11.1	2.1	13.1	39.8	0.3	0.3	0.2	100			
	地下茎	42.6	3.5	1.4	7.2	44.9	—	0.2	0.2	100			
	フトイ	14.8	6.0	3.1	13.6	61.2	0.1	0.3	0.7	100			
中間泥炭	ヤチハンノキ	39.6	5.8	1.5	8.6	42.5	—	0.6	1.4	100			
	ヌマガヤ	35.4	4.8	0.7	8.3	50.3	—	0.3	0.2	100			
	ヌマガヤ	35.3	4.8	0.7	8.6	50.2	—	0.2	0.2	100			
	ヌマガヤ	39.9	6.9	0.9	9.0	42.7	—	0.3	0.2	100			
	ワタスゲ	12.6	11.9	2.3	21.3	49.7	0.2	0.9	1.1	100			
	ワチヤナギ	13.9	13.8	2.4	21.1	46.9	—	0.8	1.1	100			
	ヤマドリ	13.0	9.5	3.5	15.5	54.5	0.2	0.8	2.9	100			
	リゼンマイ	56.9	10.9	19.7	5.7	3.8	0.5	1.3	1.2	100			
	塊茎	64.5	14.5	14.5	2.8	2.7	0.3	0.6	0.2	100			
	高位泥炭	生花苗	34.1	22.4	16.8	5.3	15.7	0.6	1.1	4.1	100		
スゴケ A		35.9	23.6	12.1	3.9	16.6	0.5	1.3	6.0	100			
スゴケ B		27.5	29.8	12.5	4.7	16.4	0.9	2.2	6.0	100			
スゴケ C		29.2	27.0	12.0	4.9	17.8	1.1	2.2	5.8	100			
スゴケ		12.4	7.9	0.7	18.9	59.3	—	0.4	0.4	100			
ホルムイモ		20.3	10.3	2.2	4.0	60.1	—	1.0	2.1	100			
ツツジ		7.7	6.9	2.9	4.8	75.3	—	0.5	2.0	100			
クマイザサ		13.8	7.9	1.0	15.3	61.2	—	0.2	0.5	100			
クマイザサ		37.4	1.8	1.0	4.9	54.5	—	0.2	0.1	100			
クマイザサ		56.6	1.4	0.3	3.3	37.9	0.1	0.3	0.1	100			
クマイザサ	23.5	8.0	0.7	11.8	54.9	—	0.9	0.1	100				

Glc: グルコース Gal: ガラクトース Man: マンノース Ara: アラビノース  
 Xyl: キシロース Rib: リボース Fuc: フコース Rha: ラムノース

表 15 泥炭構成植物のセルロース型糖組成

構成 泥炭名	試料名	相対的存在割合 (%)											
		Glc	Gal	Man	Ara	Xyl	Rib	Fuc	Rha				
低位泥炭	ヨシ 茎	54.1	—	2.5	4.0	39.4	—	—	—	—	—	—	100
	ヨシ ヒゲ根	52.9	—	—	5.1	42.0	—	—	—	—	—	—	100
	ヨシ 地下茎	38.3	—	2.1	7.1	52.5	—	—	—	—	—	—	100
	フトイ	62.1	—	7.8	7.2	22.9	—	—	—	—	—	—	100
中間泥炭	ヤチハンノキ	82.1	—	4.2	1.1	12.6	—	—	—	—	—	—	100
	ヌマガヤ 桿基部	45.3	—	3.9	7.7	43.1	—	—	—	—	—	—	100
	ヌマガヤ 根	36.5	—	—	5.0	58.5	—	—	—	—	—	—	100
	ヌマガヤ 葉鞘	47.7	—	3.7	7.5	41.1	—	—	—	—	—	—	100
	ワタスゲ 葉根	45.5	—	5.7	11.8	37.0	—	—	—	—	—	—	100
	ワチヤナギ	79.4	—	2.8	2.8	14.9	—	—	—	—	—	—	100
	ヤマドリセ	45.7	—	9.7	5.1	39.4	—	—	—	—	—	—	100
	ヤマドリセ 塊茎	60.0	—	33.1	—	6.9	—	—	—	—	—	—	100
	ヤマドリセ 根	55.8	—	42.2	—	2.0	—	—	—	—	—	—	100
	高位泥炭	スズメノコ 生花苗	87.3	—	8.1	—	4.0	—	—	—	—	—	—
スズメノコ A		71.8	—	17.2	1.7	6.3	—	—	—	—	—	—	100
スズメノコ B		66.3	—	14.6	—	17.4	—	—	—	—	—	—	100
スズメノコ C		64.4	—	17.1	—	14.4	—	—	—	—	—	—	100
スズメノコ スケ		48.6	1.8	3.5	7.0	37.7	—	—	—	—	—	—	100
ホソコケ 毛		50.2	—	10.6	4.8	34.4	—	—	—	—	—	—	100
エゾコケ ツツジ		53.2	—	9.2	0.9	36.7	—	—	—	—	—	—	100
クマイザサ 葉		13.8	7.9	1.0	15.3	61.2	—	—	—	—	—	—	100
クマイザサ 茎		37.4	1.8	1.0	4.9	54.5	—	—	—	—	—	—	100
クマイザサ 根		56.6	1.4	0.3	3.3	37.9	—	—	—	—	—	—	100
乾燥地	クマイザサ 細根	23.5	8.0	0.7	11.8	54.9	—	—	—	—	—	—	100

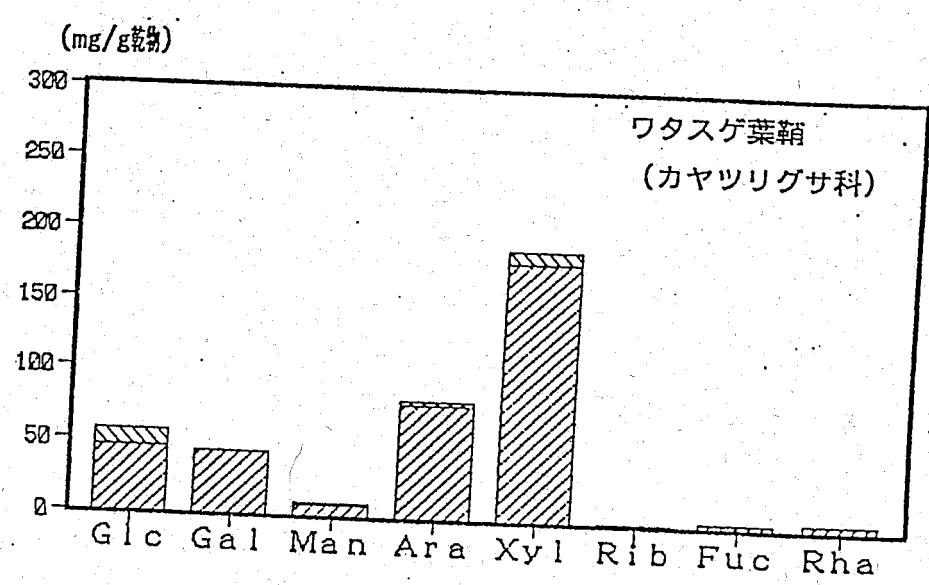
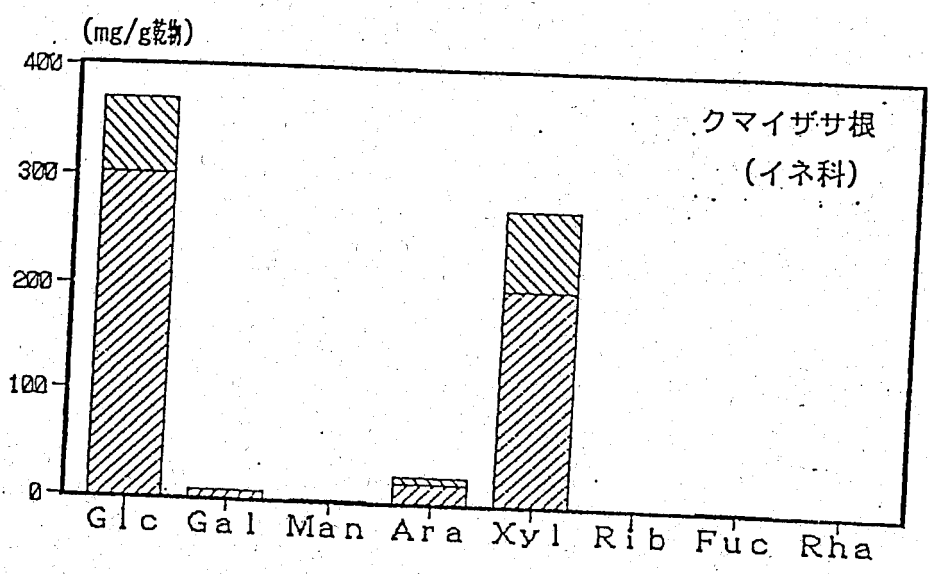
Glc: グルコース Gal: ガラクトース Man: マンノース Ara: アラビノース  
 Xyl: キシロース Rib: リボース Fuc: フコース Rha: ラムノース



▨ ヘミセルロース型糖    ▩ セルロース型糖

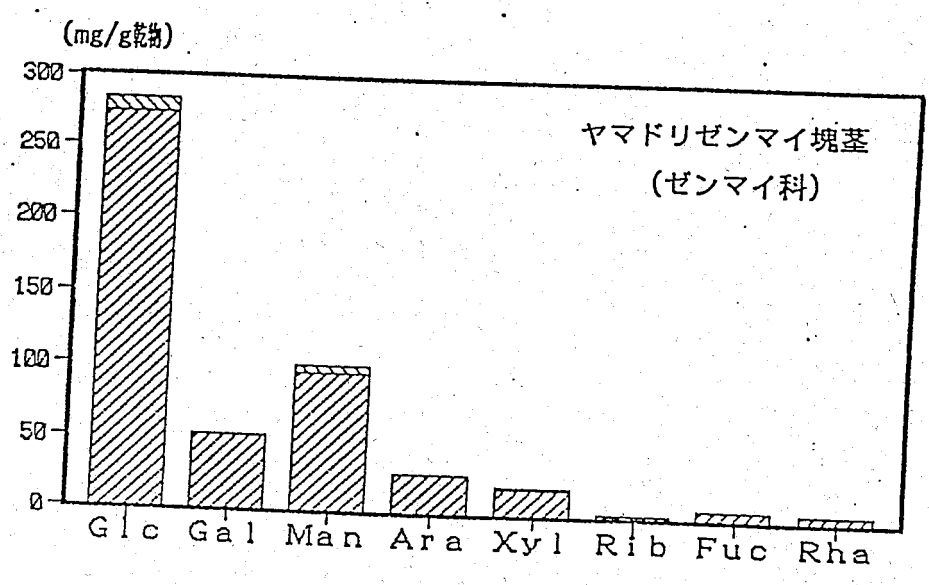
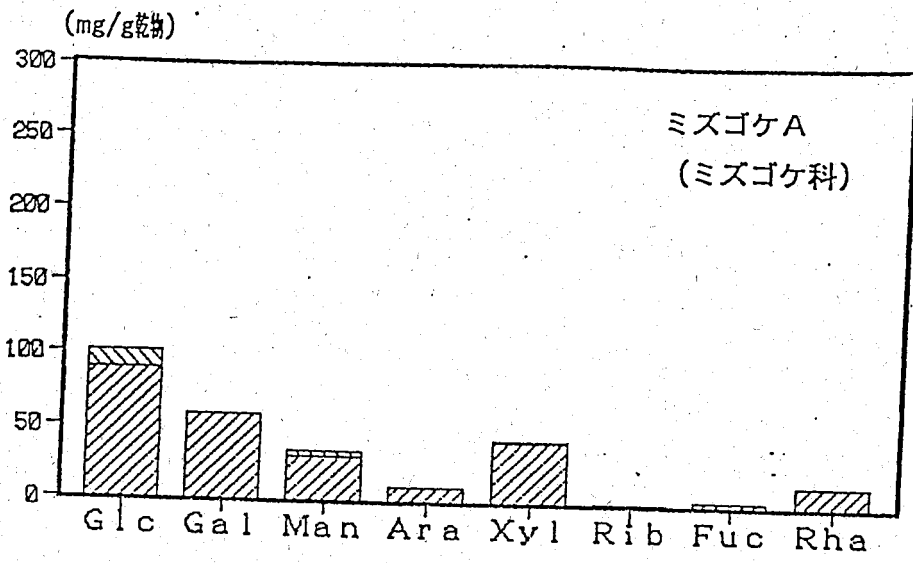
図 38 泥炭構成植物の糖組成  
(イネ科：ヨシ地下茎、ヌマガヤ根基部)





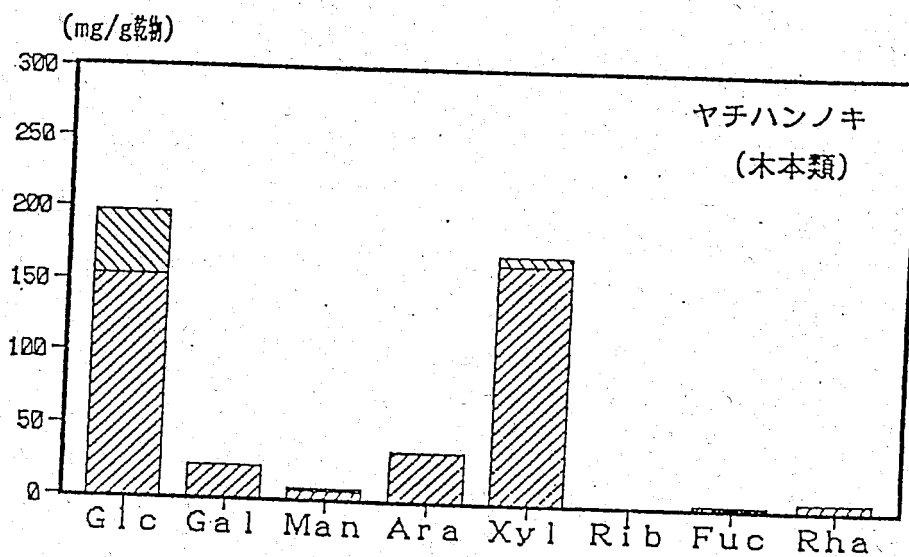
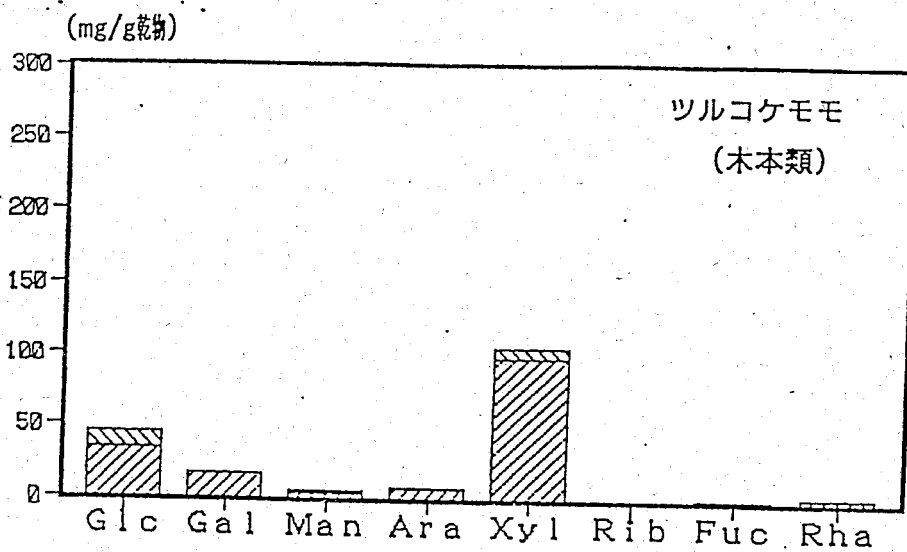
☐ ヘミセルロース型糖    ▨ セルロース型糖

図 39 泥炭構成植物の糖組成  
(イネ科:クマイザサ根、カヤツリグサ科:ワタスゲ葉鞘)



▨ ヘミセルロース型糖   ▩ セルロース型糖

☒ 40 泥炭構成植物の糖組成  
(ミズゴケ科: ミズゴケA、ゼンマイ科: ヤマドリゼンマイ塊茎)



▨ ヘミセルロース型糖   ▩ セルロース型糖

図 4 1 泥炭構成植物の糖組成  
(木本類: ツルコケモモ、ヤチハンノキ)

シロースとマンノースは4~17%であったが、ガラクトースとアラビノースはほとんど含まれなかった。

ヤマドリゼンマイのヘミセルロース型糖(図40、表15)においては、グルコースが57~65%と最も多く、次いでマンノース(15~25%)、ガラクトース(11~15%)の順であった。ヤマドリゼンマイのセルロース型糖ではグルコース(56~60%)に次いで、マンノースが33~42%と特異的に高かった。

ヤチヤナギ、エゾイソツツジ、ツルコケモモ、ヤチハンノキ(図41、表15)等の木本類のヘミセルロース型糖では、キシロースの割合が43~75%と最も高く、以下、グルコース(4~80%)、アラビノース(4~16%)と続いた。セルロース型糖においては、グルコースの割合が46~82%と最も高く、キシロース(13~39%)、マンノース、アラビノースの順となり、他の糖は検出されなかった。

以上のように泥炭地植物の糖組成は、特にヘミセルロース型糖において、種類毎に著しく異なっていた。セルロース型糖は、ほとんどの植物でグルコースの割合が最も高かったが、高等植物ではキシロースもかなりの割合で含まれた。

一般に草本・木本等の高等植物の糖成分には、グルコース、キシロース、アラビノースの含量が非常に多く、ガラクトース、マンノース、リボース、フコース、ラムノースの含量は少なかった。他方、ガラクトース、マンノース、フコース、ラムノースは、土壤中で微生物の菌体成分として合成されるため、微生物量の指標として見なされる場合もある(村山1987)。しかし、泥炭の主要な構成植物であるミズゴケやヤマドリゼンマイに、ガラクトースおよびマンノースが比較的高い割合で含まれたことから、泥炭土においては、ガラクトースおよびマンノースを、単純に微生物指標とみなすことは困難である。

### 6-3-2. 泥炭土のヘミセルロース型・セルロース型糖含量

表16は、泥炭土の乾土当りの糖含量を、各断面毎に示したものである。ヘミセルロース型糖とセルロース型糖は、それぞれヘキソース・ペントースに分けて定量したものの合計で示した。また、図40~図43に各泥炭断面の糖含量を示した。

生花苗泥炭土断面の糖含量(図42)は、1.2から32 mg/g乾土であり、他の泥炭断面と比べてかなり少なく、特にOa.3およびOa.5層で著しく低かった。これは、これらの層の全炭素含量が約2%と非常に低いことを反映したものである。生花苗泥炭土は、その高い腐植化度(表3)にも示されていたように、泥炭有機物の分解と腐植化が著しく進んでおり、そのため、糖含量も減少したものと考

られる。

サロベツ高位泥炭土断面の糖含量(図43)は63~125mg/g乾土であり、このうちヘミセルロース型糖が82~93%を占めた。表層での糖含量の減少は、この泥炭地が客土され、採草地として利用されていたことから、上層が好氣的となり、有機物の分解が進んだためと考えられる。SH3層の糖含量が高かったのは、この層位が、繊維含量が多いことから非常に分解度の低いO11層と記載されたことと符合している。

サロベツ低位泥炭土断面の糖含量(図44)は、53~85mg/g乾土であり、最下層でわずかに増加したものの、上層から下層にかけて徐々に減少する傾向を示した。ヘミセルロース型糖の占める割合は86~95%であったが、上層のSL1~SL4層では下層のSL5~SL6層よりも低い傾向にあった。この断面は構成植物は全ての層位でヨシであり、年代の経過にともなって糖成分が分解される様子を示しているものと考えられる。

美唄泥炭土断面は、構成植物により高位泥炭層(B0~B43)、中間泥炭層(B48~B63)、低位泥炭層(B68~B108)の3層に分けられた。糖含量はそれぞれ、高位泥炭層では57~131mg/g乾土、中間泥炭層では50~60mg/g乾土、低位泥炭層では29~61mg/g乾土となった(図45)。すなわち、高位、中間、低位泥炭層の順に、糖含量が減少する傾向が認められた。ただし、高位泥炭層の表層部での糖含量の減少は、この泥炭地の最近の乾燥化に伴い、表層泥炭の有機物分解が促進されたためと考えられる。全糖含量に占めるヘミセルロース型糖の割合は、高位、中間、低位泥炭層の順に、87~96%、85~91%、81~89%となり、糖組成と同様、下層の泥炭層ほど低い傾向にあった。

泥炭土の糖含量と全炭素含量の関係を図46に示した。両数値の間には、全体として有意な正の相関( $r = 0.688***$ )が認められた。しかし、高位泥炭は全炭素の割に糖含量が高く、逆に、低位泥炭は糖含量が低い傾向にあり、プロットは泥炭の堆積様式と対応した特徴的な分布を示した。これらのことは、近藤(1980)の知見と一致していた。ヘミセルロース型糖はセルロース型糖よりも分解を受けやすいことが、高位、中間、低位泥炭における傾向から示されていた。

### 6-3-3. 泥炭土の加水分解性中性糖組成

各泥炭断面のヘミセルロース型糖組成を表17に、セルロース型糖組成を表18に示した。各糖組成は、全糖に対する相対的存在割合で示した。また、各泥炭断面のヘミセルロース型糖の組成については、測定した8種類の単糖を、その性質から4つのグループに分類して図示した(図47~50)。ただし、リボースは微量なため、図には示さなかった。

生花苗泥炭土断面のヘミセルロース型糖においては、最表層では、GlcとAra + Xylの割合がほぼ等しかったが、下層に向かうに伴って、Glcは減少し、Ara + Xylは増加する傾向を示した(図47)。このことは、ヘミセルロース型糖の中で、AraやXylのような、本来の意味でのヘミセルロース成分は、相対的に難分解性であり、Glcを主要な構成糖とする多糖類は易分解性であることを示している。Gal + ManおよびFuc + Rhaは、ほとんど変動しなかった。

生花苗泥炭土のセルロース型糖組成(表18)においては、Glcの割合が最も高く、このことは全ての泥炭断面で共通していた。Oa3層ではセルロース型糖は検出されず、Oa5層ではGlcのみが検出された。これは、これらの層の糖含量が極めて少なかったためである。その他の層では、Man、Ara、Xylも3から13%の割合で含まれていたが、Gal、Rib、Fuc、Rhaは検出されなかった。

サロベツ高位泥炭土のヘミセルロース型糖組成(表17、図48)においても生花苗泥炭土と同様に、表層から下層に向けて、Glcの割合が減少し、Ara + Xylの割合が増加する傾向を示した。Gal + Manは漸減した。この断面においても、ヘミセルロース型糖の中でも易分解性のGlcを主要な構成糖とする多糖類の分解が先行することを示した。

サロベツ高位泥炭のセルロース型糖組成(表18)においては、SH2~SH5層でManが、SH6~SH8層ではXylが、Glcに次いで高い割合を示した。これは、上層が構成植物にミスゴケを含む高位泥炭層であること、下層がヨシを主体とする低位泥炭層であったことと対応している。

サロベツ低位泥炭土断面のヘミセルロース型糖組成においては、全層位を通じて、Xylの割合が33~46%と最も高かった(図49)。サロベツ高位泥炭断面と比較しても、Xyl + Araの割合が高く、逆にGlcの割合は低かった。これは、構成植物がヨシを主体することを反映したものである。また、下方の層位ほどGlcの割合が減少し、Ara + Xylの割合が増加する傾向は、上記の2断面と同様であった。

サロベツ低位泥炭土断面のセルロース型糖組成(表18)は、SL5上層でマンノース含量が31%と著しく高い値を示したが、これ以外の層位では、Glcが58~79%で主体となり、Xylが8~30%付随するという、低位泥炭に特徴的な組成を示した。SL5層上部では一時的に堆積環境が変化し、高位泥炭的な植生となった可能性も考えられる。

美唄泥炭断面におけるヘミセルロース型糖組成は、表層の数層を除いて、キシロースの割合が高く、特にB13~B68の高位および中間泥炭層では、33~54%と非

常に高かった（表17）。これは、B13～B43層の主な構成植物がホロムイスゲとツルコケモモ、B48～B68がヨシとヤチハンノキであり、いずれもキシロース含量の高い植物であるためと考えられる。

また、他の泥炭断面で共通して認められた、下方の層位ほどGlcの割合が減少し、Ara+Xylの割合が増加する傾向は、上層の高位泥炭層内で完結し、それより下の中間泥炭層および低位泥炭層内では変化に乏しく、むしろ、各堆積様式に対応した構成糖割合を示しているものと考えられた（図50）。

美唄泥炭断面におけるセルロース型糖組成（表18）においては、高位泥炭層の上半部分（B0～B28）で、Glcに次いでManが高い割合を示した。これはこの層位の構成植物が主としてミズゴケであったことを反映するものと考えられる。それ以下の層位ではGlcに次いでXylが多くなり、草本および木本植物の卓越を反映していた。

このように、泥炭土の糖組成には、構成植物の糖組成が、かなり良く反映されていた。このことは、極端に分解の進んだ泥炭土壌を除いて、泥炭土の中性糖組成の違いは構成植物の違いを反映するという近藤（1980）の知見と一致した。

また、各断面とも、最表層はグルコースの割合が非常に高かったが、下層に向かって減少する傾向が認められた。このグルコースは、キシロースやアラビノースを主体とする本来のヘミセルロース成分よりも、さらに易分解性の多糖類を構成していたものと考えられ、堆積年代の経過にともなって、その分解が進行したものと考えられる。

さらに、量的には少なかったが、泥炭土中のセルロース型糖の糖組成も、構成植物の種類と良い対応関係を示した。これは、セルロース型糖が比較的分解を受け難いためと考えられた。

表16 泥炭土壌の糖含量

(mg / 乾土)

試料名	ヘミセルロース型糖			セルロース型糖			糖総量	ヘミセルロース糖割合 (%)
	ヘキソース	マンノース	計	ヘキソース	マンノース	計		
生花苗低位泥炭								
Oa 1	17.6	7.6	25.2	2.0	0.3	2.3	27.5	91.6
Oa 2	16.8	11.0	27.8	3.4	0.4	3.8	31.6	88.0
Oa 3	0.7	0.2	0.9	0.3	0.0	0.3	1.2	75.0
Oa 4	6.7	6.7	13.4	1.4	0.3	1.7	15.1	88.7
Oa 5	1.4	0.2	1.6	0.2	0.0	0.2	1.8	88.9
Oa 6	8.4	7.9	16.3	1.6	0.3	1.9	18.2	89.6
サロベツ高位泥炭								
SH 1	41.7	27.2	68.9	13.3	1.7	15.0	83.9	82.1
SH 2	41.3	40.4	81.7	6.4	1.8	8.2	89.9	90.9
SH 3	51.1	62.7	113.8	8.7	2.5	11.2	125	91.0
SH 4	42.6	37.8	80.4	9.7	1.8	11.5	91.9	87.5
SH 5	25.1	45.4	70.5	5.8	1.5	7.3	77.8	90.6
SH 6	41.6	45.6	87.2	7.5	2.7	10.2	97.4	89.5
SH 7	31.3	40.9	72.2	5.2	2.3	7.5	79.7	90.6
SH 8	23.6	34.9	58.5	3.1	1.1	4.2	62.7	93.3
サロベツ低位泥炭								
SL 1	35.7	39.3	75.0	8.7	1.4	10.1	85.1	88.1
SL 2	28.1	27.9	56.0	7.7	1.1	8.8	64.8	86.4
SL 3	17.5	34.0	51.5	5.5	1.4	6.9	58.4	88.2
SL 4	20.2	28.1	48.3	5.8	1.1	6.9	55.2	87.5
SL 5 <sub>上</sub>	16.9	36.6	53.5	2.4	0.7	3.1	56.6	94.5
SL 5 <sub>下</sub>	23.1	24.5	47.6	3.7	1.2	4.9	52.5	90.7
SL 6	23.7	34.2	57.9	3.5	1.4	4.9	62.8	92.2
美唄泥炭								
B 0	29.2	23.1	52.3	4.2	0.5	4.7	57.0	91.8
B 1 3	48.8	31.5	80.3	7.5	2.1	9.6	89.9	89.3
B 1 8	55.5	35.6	91.1	3.3	1.1	4.4	95.5	95.4
B 2 3	36.3	89.0	125	4.1	1.4	5.5	131	95.8
B 2 8	37.4	34.1	71.5	3.2	1.0	4.2	75.5	94.5
B 3 3	37.7	21.7	59.4	6.4	2.4	8.8	68.2	87.1
B 3 8	45.1	43.0	88.1	8.2	2.6	10.8	98.9	89.1
B 4 3	37.3	45.9	83.2	6.9	3.3	10.2	93.4	89.1
B 4 8	31.6	20.2	51.8	7.0	1.3	8.3	60.1	86.2
B 5 3	29.0	21.9	50.9	4.3	1.0	5.3	56.2	90.6
B 5 8	24.9	19.7	44.6	5.1	1.2	6.3	50.9	87.6
B 6 3	26.2	16.5	42.7	5.5	1.8	7.3	50.0	85.4
B 6 8	22.8	28.5	51.3	5.5	3.7	9.2	60.5	84.8
B 7 3	20.5	11.5	32.0	3.2	0.7	3.9	35.9	89.1
B 7 8	14.6	11.3	25.9	2.6	0.8	3.4	29.3	88.4
B 8 3	13.9	10.8	24.7	4.5	1.2	5.7	30.4	81.3
B 8 8	22.2	12.8	35.0	4.0	1.5	5.5	40.5	86.4
B 9 3	18.7	14.6	33.3	5.4	1.2	6.6	39.9	83.5
B 9 8	24.5	14.9	39.4	3.8	1.4	5.2	44.6	88.3
B 1 0 3	27.1	13.3	40.4	4.3	1.2	5.5	45.9	88.0
B 1 0 8	26.8	12.1	38.9	4.3	1.4	5.7	44.6	87.2



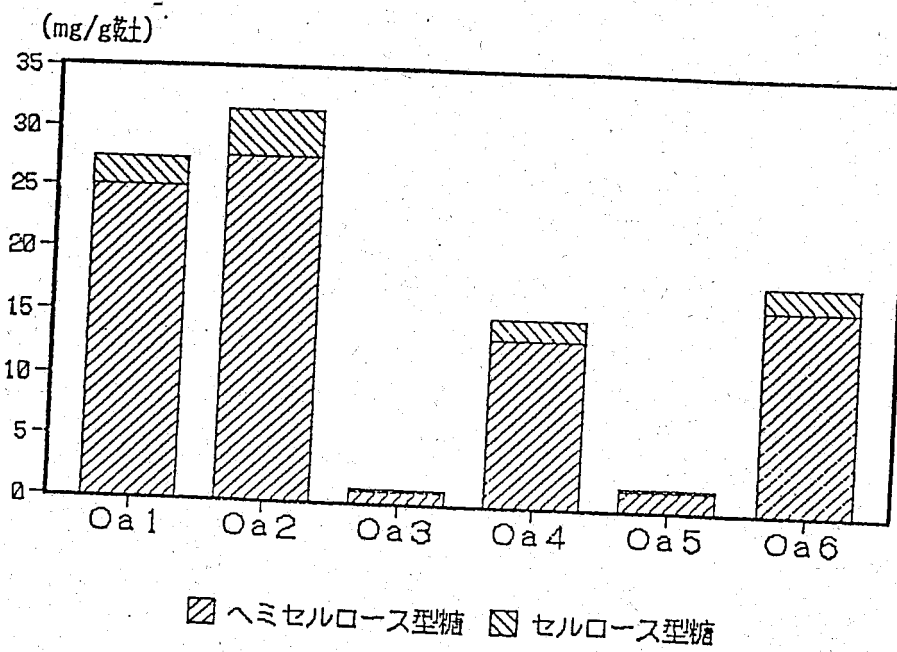


図 4 2 生花苗低位泥炭土壌の糖含量

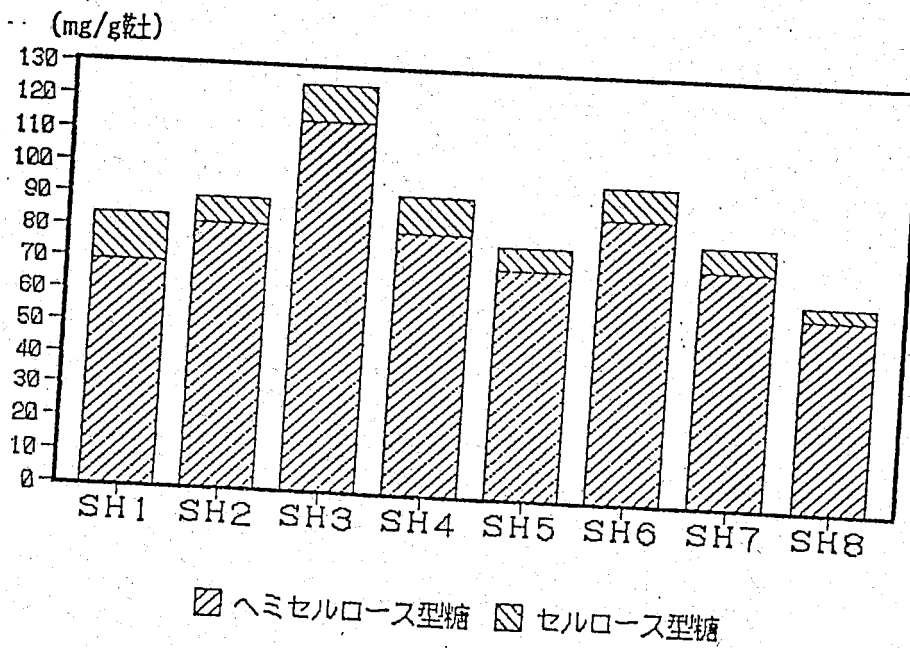


図 4 3 サロベツ高位泥炭土壌の糖含量

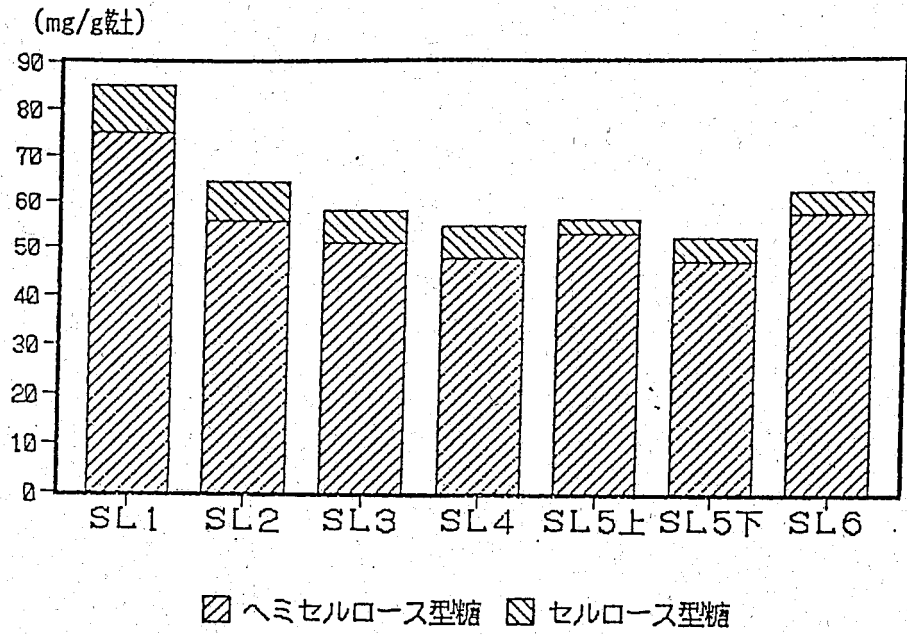


図 4 4 サロベツ低位泥炭土壌の糖含量

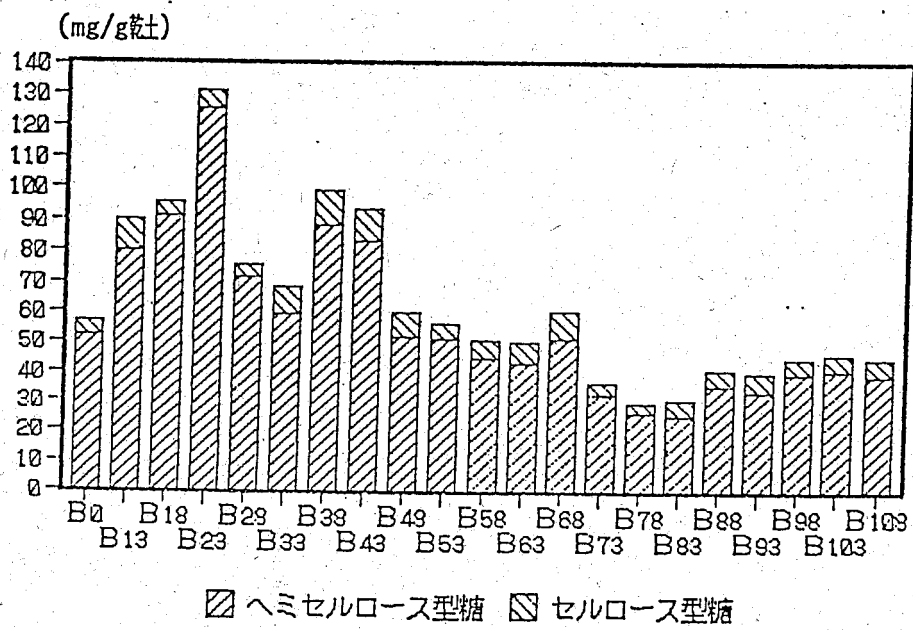


図 4 5 美唄泥炭土壌の糖含量

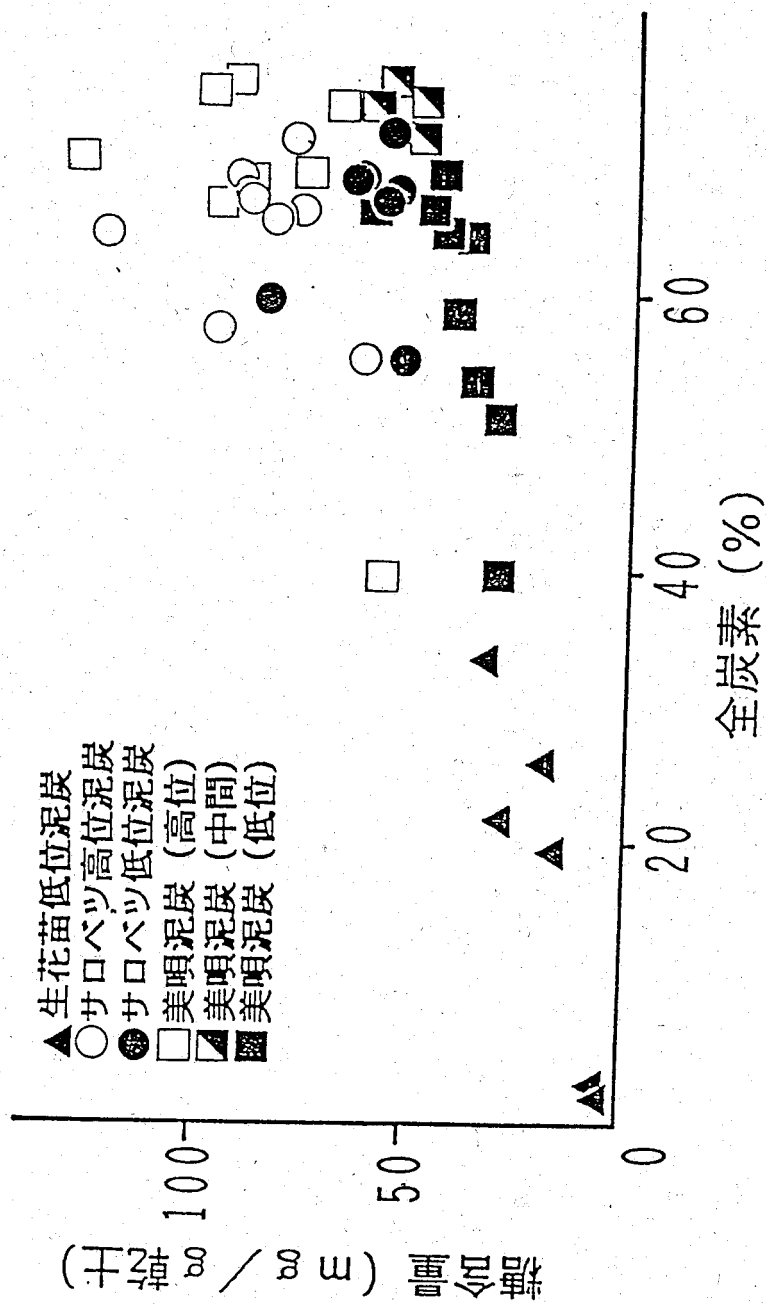


図46 泥炭土壌の糖含量と全炭素の関係

表 17 泥炭土壌のヘミセルロース型糖組成

相対的存在割合 (%)

試料名	Glc	Gal	Man	Ara	Xyl	Rib	Fuc	Rha	
生花苗低位泥炭									
Oa 1	32.1	12.5	13.5	13.5	18.6	—	2.9	6.9	100
Oa 2	23.0	15.4	12.9	12.1	24.4	1.4	3.4	7.3	100
Oa 3	23.1	15.4	7.7	15.4	30.8	—	—	7.7	100
Oa 4	21.8	16.9	12.9	12.0	27.6	0.4	1.8	6.7	100
Oa 5	20.0	15.0	10.0	15.0	35.0	—	—	5.0	100
Oa 6	18.6	16.6	11.3	12.8	30.5	0.3	2.5	7.3	100
サロベツ高位泥炭									
SH 1	35.8	17.2	11.2	8.4	20.1	0.5	1.7	5.2	100
SH 2	23.2	14.6	8.2	13.7	33.4	0.3	1.9	4.7	100
SH 3	17.7	19.6	8.7	10.6	38.1	0.2	1.1	4.1	100
SH 4	21.2	14.4	6.2	14.2	38.8	0.2	1.2	3.8	100
SH 5	21.4	13.4	6.7	13.3	40.3	0.4	1.2	3.5	100
SH 6	15.4	15.7	9.4	16.3	37.0	0.2	2.6	3.4	100
SH 7	18.6	10.2	6.3	22.9	35.6	0.3	2.6	3.6	100
SH 8	12.6	14.5	5.6	20.7	40.3	0.3	1.4	4.6	100
サロベツ低位泥炭									
SL 1	23.7	14.2	9.0	11.9	34.1	0.7	1.9	4.5	100
SL 2	20.1	16.7	8.0	13.4	32.8	0.6	2.3	6.1	100
SL 3	16.2	17.6	6.5	12.9	39.0	0.6	1.8	5.3	100
SL 4	16.5	16.4	6.1	13.6	40.2	0.6	2.0	4.6	100
SL 5 <sup>上</sup>	12.9	17.2	4.2	15.3	45.7	0.1	1.4	3.2	100
SL 5 <sup>下</sup>	14.3	15.3	6.7	13.8	41.9	0.7	1.8	5.4	100
SL 6	11.3	17.0	4.6	15.4	45.3	0.3	1.6	4.6	100
美唄泥炭									
B 0	29.1	14.6	10.4	8.3	25.5	1.5	3.3	7.3	100
B 1 3	27.4	16.4	8.6	6.0	35.4	—	1.0	5.1	100
B 1 8	20.7	15.4	9.0	10.1	37.9	0.2	1.3	5.3	100
B 2 3	12.7	13.1	5.5	17.5	45.0	0.2	2.2	3.8	100
B 2 8	10.5	11.4	4.3	19.4	48.7	0.2	2.3	3.3	100
B 3 3	9.2	11.8	4.0	20.9	48.6	0.2	2.4	3.0	100
B 3 8	11.0	12.1	4.8	20.0	46.3	0.2	2.2	3.4	100
B 4 3	8.8	8.9	2.8	22.7	53.6	—	1.4	1.9	100
B 4 8	16.9	12.4	5.4	23.4	36.4	0.3	1.8	3.4	100
B 5 3	15.7	12.8	6.4	20.0	37.4	0.2	2.8	4.7	100
B 5 8	15.0	13.8	6.9	18.7	37.5	0.2	3.0	5.0	100
B 6 3	17.4	13.4	6.9	20.5	33.0	0.3	3.0	5.5	100
B 6 8	11.7	13.2	4.4	22.5	40.8	0.4	2.6	4.4	100
B 7 3	22.1	14.5	6.8	25.7	20.7	—	3.5	6.6	100
B 7 8	17.6	13.9	6.0	26.1	27.0	0.9	3.0	5.5	100
B 8 3	19.4	15.1	5.5	27.0	25.9	0.3	2.0	4.8	100
B 8 8	16.4	14.2	6.1	28.8	27.0	0.3	2.3	5.0	100
B 9 3	17.4	14.3	3.8	25.0	32.0	0.4	2.4	4.9	100
B 9 8	17.7	13.6	4.4	24.5	33.6	—	1.7	4.4	100
B 1 0 3	19.9	13.0	3.5	24.4	32.8	0.3	2.1	4.1	100
B 1 0 8	20.3	12.7	4.4	22.1	34.5	0.3	1.6	4.1	100

Glc: グルコース Gal: ガラクトース Man: マンノース Ara: アラビノース  
 Xyl: キシロース Rib: リボース Fuc: フコース Rha: ラムノース

表 18

## 泥炭土壌セルロース型糖組成

相対的存在割合 (%)

試料名	Glc	Gal	Man	Ara	Xyl	Rib	Fuc	Rha	
生花苗低位泥炭									
Oa 1	93.5	—	3.2	3.2	—	—	—	—	100
Oa 2	73.2	—	17.1	4.9	4.9	—	—	—	100
Oa 3	—	—	—	—	—	—	—	—	100
Oa 4	77.8	—	11.1	11.1	—	—	—	—	100
Oa 5	100	—	—	—	—	—	—	—	100
Oa 6	68.8	—	12.5	6.3	12.5	—	—	—	100
サロベツ高位泥炭									
SH 1	80.6	2.6	6.6	1.3	7.5	—	0.4	0.9	100
SH 2	58.8	1.0	17.6	6.9	13.7	—	—	2.0	100
SH 3	44.3	5.7	27.0	9.8	9.0	1.6	—	2.5	100
SH 4	69.8	—	13.4	4.0	11.4	—	0.7	0.7	100
SH 5	47.6	—	36.2	8.6	6.7	1.0	—	—	100
SH 6	56.6	2.9	16.9	7.4	13.2	0.7	—	2.2	100
SH 7	58.1	—	7.5	4.3	26.9	—	1.1	2.2	100
SH 8	66.1	—	8.1	4.8	19.4	—	—	1.6	100
サロベツ低位泥炭									
SL 1	79.4	3.0	5.5	2.4	8.5	—	0.6	0.6	100
SL 2	78.7	3.1	5.5	2.4	9.4	—	—	0.8	100
SL 3	72.6	—	7.3	3.2	16.1	—	—	0.8	100
SL 4	73.5	—	7.2	2.4	15.7	—	—	1.2	100
SL 5 <sup>上</sup>	43.8	—	31.3	12.5	9.4	3.1	—	—	100
SL 5 <sup>下</sup>	63.5	—	9.6	3.8	23.1	—	—	—	100
SL 6	58.1	—	8.1	4.8	29.0	—	—	—	100
美唄泥炭									
B 0	62.3	—	13.1	8.2	9.8	1.6	1.6	3.3	100
B 1 3	55.1	—	18.4	8.2	11.2	2.0	—	5.1	100
B 1 8	40.7	—	33.3	11.1	7.4	5.6	—	1.9	100
B 2 3	41.7	1.7	25.0	13.3	11.7	5.0	—	1.7	100
B 2 8	38.5	—	30.8	15.4	10.3	5.1	—	—	100
B 3 3	56.1	3.0	6.6	5.1	28.3	—	—	1.0	100
B 3 8	60.2	3.4	6.3	3.4	25.2	—	0.5	1.0	100
B 4 3	51.2	2.4	4.8	5.6	35.2	—	—	0.8	100
B 4 8	65.9	3.4	9.1	3.4	17.0	—	—	1.1	100
B 5 3	59.0	—	10.3	6.4	23.1	—	—	1.3	100
B 5 8	59.4	4.7	7.8	4.7	21.9	—	—	1.6	100
B 6 3	62.1	3.4	6.9	3.4	22.4	—	—	1.7	100
B 6 8	45.8	4.2	4.2	4.2	40.3	—	—	1.4	100
B 7 3	69.7	—	9.1	3.0	18.2	—	—	—	100
B 7 8	61.3	—	6.5	3.2	29.0	—	—	—	100
B 8 3	58.0	4.9	7.4	6.2	21.0	—	—	2.5	100
B 8 8	58.7	—	10.9	4.3	26.1	—	—	—	100
B 9 3	65.8	2.7	6.8	4.1	19.2	—	—	1.4	100
B 9 8	50.9	1.9	11.3	9.4	24.5	—	—	1.9	100
B 1 0 3	52.6	5.3	7.9	7.9	25.0	—	—	1.3	100
B 1 0 8	52.6	5.3	6.6	7.9	26.3	—	—	1.3	100

Glc: グルコース Gal: ガラクトース Man: マンノース Ara: アラビノース  
 Xyl: キシロース Rib: リボース Fuc: フコース Rha: ラムノース

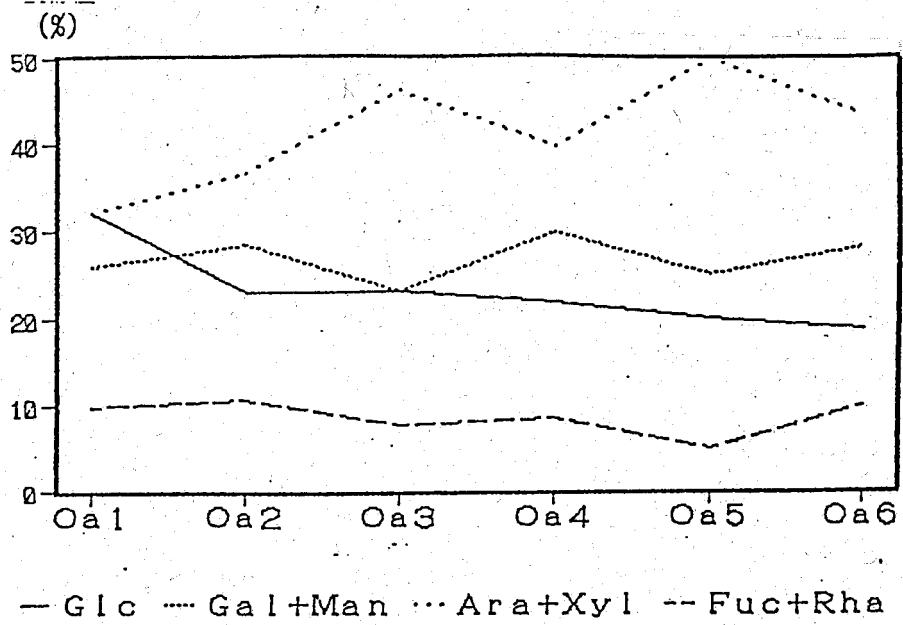


図 47 生花苗低位泥炭のヘミセルロース型構成糖割合

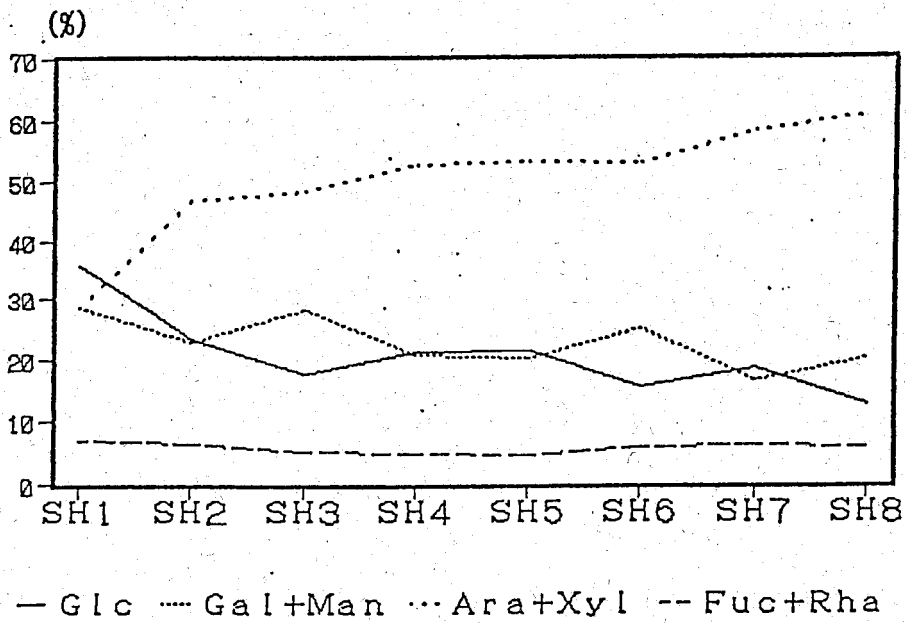
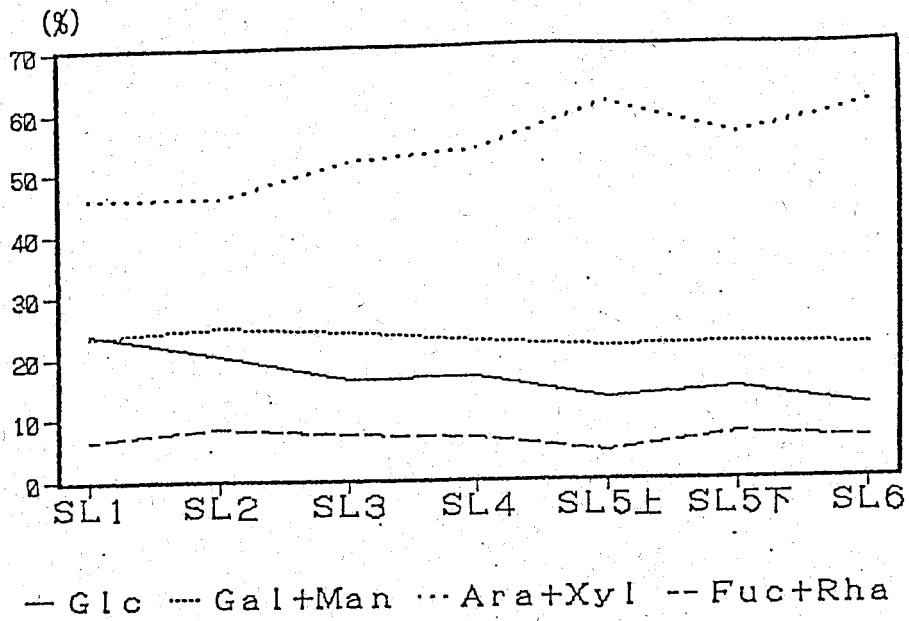
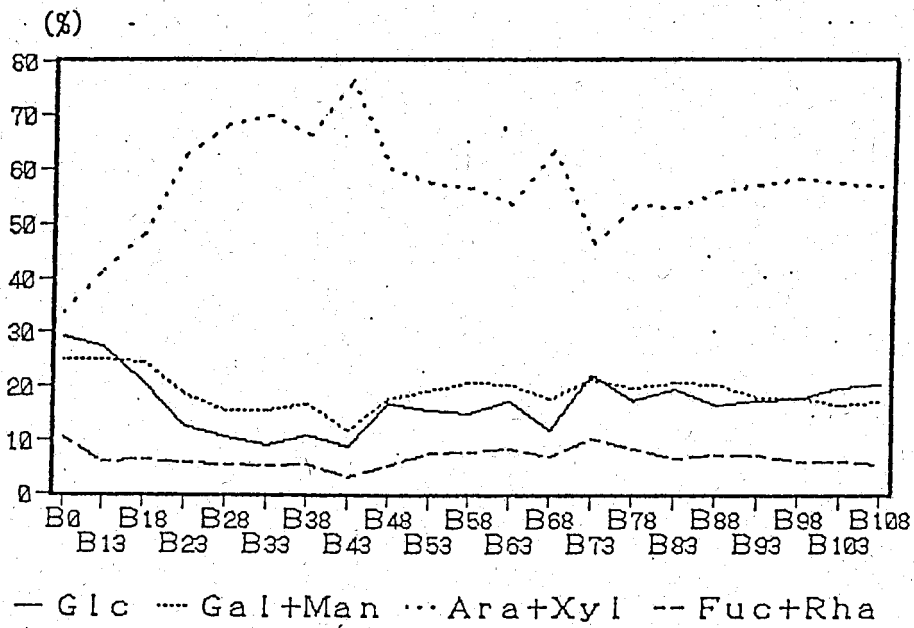


図 48 サロベツ高位泥炭のヘミセルロース型構成糖割合



☒ 49 サロベツ低位泥炭のヘミセルロース型構成糖割合



☒ 50 美唄泥炭のヘミセルロース型構成糖割合

## 第7章 結論

### 1. 酸化銅アルカリ分解によるフェノール性化合物

泥炭土からのフェノール性化合物の収率は、泥炭地植物からの収量に匹敵し、リグニン成分が泥炭中で分解を受け難く安定なことを示した。

フェノール性化合物の収量は高位泥炭層で最も高く、以下、中間泥炭、低位泥炭の順に減少した。

フェノール性化合物のうち、特にp-クマル酸の収量が高く、これは草本植物の繁茂の程度を反映した。他方、p-ヒドロキシフェニル化合物の割合とミズゴケの繁茂との関連が推察された。このことはp-ヒドロキシフェニル化合物とシリンジル化合物の比によっても示された。

また、フェルラ酸とp-クマル酸の比は、木本植物の繁茂の指標となった。

堆積環境の富栄養化や表層泥炭の乾燥等による泥炭有機物の分解にともなってリグニン由来のフェノール性化合物の収量は減少したが、全有機物中での相対的な比率は増大した。

### 2. 脂肪酸組成

泥炭地の植物はそれぞれ特徴ある脂肪酸組成を示した。その中で、ヨシにはアラキジン酸 (C20) が多く含まれ、ヨシを主要な構成植物とする低位泥炭の良い指標となった。その他、ヌマガヤを始めとして草本植物一般にはステアリン酸 (C18) が、ツルコケモモにはベヘン酸が多く含まれた。

ミズゴケはパルミチン酸と炭素数18の不飽和脂肪酸を主体とする単純な脂肪酸組成を示した。これを反映して、高位泥炭層ではパルミチン酸の比率が高かった。

泥炭土の脂肪酸含量は、草本を主要な構成植物とする層位で高くなる傾向があった。また炭素数16以下の飽和脂肪酸や、炭素数18の不飽和脂肪酸は比較的不安定で、下層の泥炭層ほど減少する傾向を示した。他方、ワックスの成分として重要な炭素数20以上の長鎖脂肪酸の割合は、泥炭の分解が進むほど増大した。

また、泥炭有機物中に占める脂肪酸の割合も、泥炭の分解・腐植化と平行して増大した。

### 3. ステロール組成

泥炭土から検出されたステロールは $\beta$ -シトステロール、カンペステロール、スティグマステロール等の植物由来のものがほとんどを占めた。富栄養的な環境の下で生成した生花苗低位泥炭土では、微量のコレステロールが検出された。



ミズゴケのステロール含量は非常に少なく、これを反映して、ミズゴケを主要な構成植物とする高位泥炭層のステロール含量は低かった。しかし、草本を主体とする高位泥炭層のステロール含量は高く、以下、中間泥炭、低位泥炭の順に減少した。

泥炭のステロール中最も多く含まれたのは、ほとんどの泥炭構成植物のステロール組成と同様、 $\beta$ -シトステロールであった。しかし、泥炭構成植物中では比較的割合の低かったスティグマステロールは、泥炭中では割合が増加し、特に、低位泥炭層中でその割合が高くなった。

#### 4. 中性糖組成

構成植物の糖組成は、草本および木本植物では、一般にキシロースの割合が最も高く、次いでグルコース、アラビノース、ガラクトース、マンノースの順に多く含まれ、リボース、フコース、ラムノースは1%以下であった。ミズゴケおよびヤマトリゼンマイでは、グルコースに次いで、ガラクトース、マンノース等が多く含まれた。マンノースおよびガラクトースは、土壤微生物量の指標の一因子として用いられることもあるが、泥炭土においては用いることが困難である。

泥炭土の糖含量は高位泥炭、中間泥炭、低位泥炭の順に減少する傾向にあった。泥炭土の糖組成には、構成植物の糖組成が、かなり良く反映されていた。

また、各断面とも、最表層はグルコースの割合が非常に高かったが、下層に向かって減少する傾向が認められた。他方、キシロースやアラビノースを主体とする本来のヘミセルロース成分は、年代の経過した下層の泥炭層ほど増加した。

さらに、量的には少なかったが、泥炭土中のセルロース型糖の糖組成も、構成植物の種類と良い対応関係を示した。

本研究では、フェノール性化合物、脂肪酸、ステロール、中性糖の土壤中での安定性に注目し、これらの化合物の環境指標としての役割を検討した。その結果、4種類の有機物組成は、上述のように、泥炭の構成植物、堆積様式、堆積環境と良い対応を示した。ただし、これらの化合物は、環境中で完全に安定なわけではなかった。そこで、本研究では、各種化合物毎の安定性の違いや、各種の環境条件における変化の方向についても明らかにした。

土壤有機物は普遍的存在であることから、土壤有機物の組成を指標とした土壤環境の評価法を確立することの意義は大きい。また環境と土壤有機物の化学組成の関連についての一般法則を明らかにすることは、古環境復元の目的や、現代における環境保全の目的に対しても、貢献するところが大きいものと考えられる。

本研究では、分解抵抗性が大きい土壌有機物中に残存しやすいリグニン成分と脂質成分、さらに、微生物活動および植生の貢献度に関する情報を提供する糖組成を指標としてとりあげ、環境と土壌の相互作用を土壌有機物組成の視点から詳細に明かにすることを目的とした。

試料には、北海道の主要泥炭地で採取した堆積様式の異なる4種の泥炭土断面(42試料)および泥炭地植物(24点)を用いた。

泥炭土からのリグニン由来のフェノール性化合物の収率は、泥炭地植物からの収量に匹敵し、リグニン成分が泥炭中で分解を受け難く安定なことを示した。また、フェノール性化合物の収量は高位泥炭層で最も高く、以下、中間泥炭、低位泥炭の順に減少した。さらに、個々のフェノール性化合物の収量から計算された各種の指標は、泥炭断面中における、草本植物、ミズゴケ、木本植物の変遷を示す良い指標となった。

泥炭地の植物はそれぞれ特徴ある脂肪酸組成を示した。その中で、ヨシにはアラキジン酸(C20)が多く含まれ、ヨシを主要な構成植物とする低位泥炭の良い指標となった。他方、ミズゴケは、パルミチン酸と炭素数18の不飽和脂肪酸を主体とする単純な脂肪酸組成を示した。これを反映して、高位泥炭層ではパルミチン酸の比率が高かった。また、泥炭土の脂肪酸含量は、草本を主要な構成植物とする層位で高くなる傾向があった。炭素数16以下の飽和脂肪酸や、炭素数18の不飽和脂肪酸は比較的不安定で、下層の泥炭層ほど減少したが、ワックスの成分として重要な炭素数20以上の長鎖脂肪酸の割合は、泥炭の分解が進むほど増大した。また、泥炭有機物中に占める脂肪酸の割合も、泥炭の分解・腐植化と平行して増大した。

泥炭土から検出されたステロールは $\beta$ -シトステロール、カンペステロール、スティグマステロール等の植物由来のものがほとんどを占めた。富栄養的な環境の下で生成した生花苗低位泥炭土では、微量のコレステロールが検出された。ミズゴケのステロール含量は非常に少なく、これを反映して、ミズゴケを主要な構成植物とする高位泥炭層のステロール含量は低かった。しかし、草本を主体とする高位泥炭層のステロール含量は高く、以下、中間泥炭、低位泥炭の順に減少した。また、スティグマステロールは、特に低位泥炭層中でその割合が高くなった。

泥炭土の糖含量も、高位泥炭、中間泥炭、低位泥炭の順に減少する傾向にあった。泥炭土の糖組成には、構成植物の糖組成が、かなり良く反映された。また、各断面とも、最表層はグルコースの割合が非常に高かったが、下層に向かって減少する傾向が認められた。他方、キシロースやアラビノースを主体とする本来の

ヘミセルロース成分は、下層の泥炭層ほど増加した。さらに、量的には少なかったが、泥炭土中のセルロース型糖の糖組成も、構成植物の種類と良い対応関係を示した。

4種類の有機物組成は、以上のように、泥炭の構成植物、堆積様式、堆積環境と良い対応を示した。これらの化合物は、環境中で完全に安定なわけではなかったが、各種化合物毎の安定性の違いや、各種の環境条件における変化の方向についても、一定の傾向が認められた。

文献

Cranwell, P.A.: Monocarboxylic acids in lake sediments: indicators derived from terrestrial and aquatic biota of paleoenvironmental trophic levels. *Chemical Geology* 14, 1-14 (1974)

Dinel, H. and Schnitzer, M.: Soil Lipids: origin, nature, content, decomposition, and effect on soil physical properties. pages 397-429  
In Bollag, J.-M. and Stotzky, G. (Ed.) *Soil Biochemistry* Vol. 6. Marcel Dekker, Inc. New York (1990)

Ertel, J.R. and Hedges, J.I.: The lignin component of humic substances: Distribution among soil and sedimentary humic, fulvic, and base-insoluble fractions. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 48, 2065-2074 (1984)

Fukushima, K. and Ishiwatari, R.: Geochemical significance of lipids and lipid derived substructured interlaced in kerogen. *Organic Geochemistry* 12, 509-518 (1988)

Grant, W.D. and West, A.W.: Measurement of ergosterol, diaminopimelic acid and glucosamine in soil: evaluation as indicators of microbial biomass. *Journal of Microbial Methods*, 6, 47-53 (1986)

Hedges, J.I. and Parker, P.L.: Land-derived organic matter in surface sediments from Gulf of Mexico. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 40, 1019-1029 (1976)

Hedges, J.I. and Mann, D.C.: The characterization of plant tissues by their lignin oxidation products. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 43, 1803-1807 (1979a)

Hedges, J.I. and Mann, D.C.: The lignin geochemistry of marine sediment from the southern Washington coast. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 43, 1809-1818 (1979b)

Hedges, J.I., Cowie, G.L., Ertel, J.R., Barbour, R.J. and Hatcher, P.G.:  
Degradation of carbohydrates and lignins in buried woods. *Geochim.  
Cosmochim. Acta.* 49, 701-711 (1985)

石渡良志・塩谷 真：堆積岩における石油炭化水素関連有機物の続成変化につい  
て 田口一雄教授退官記念論文集 石油鉱床学の諸問題 pp. 357-377 (1986)

Ishiwatari, R. and Uzaki, M.: Diagenetic changes of lignin compounds in  
a more than 0.6 million-year-old lacustrine sediment (Lake-Biwa, Japan).  
*Geochim. Cosmochim. Acta.* 51, 321-328 (1987)

Kaila, A.: Determination of the degree of humification in peat samples.  
*J. Agr. Sci. Finland*, 28, 18-35 (1956)

Katase, T. and Kondo, R.: Distribution of some different forms of some  
phenolic acids in peat soils in Hokkaido, Japan: 1. trans-4-hydroxy-  
cinnamic acid. *Soil Science*, 138, 220-225 (1984)

Katase, T. and Kondo, R.: Distribution of some different forms of some  
phenolic acids in peat soils in Hokkaido, Japan: 2. 4-hydroxybenzoic,  
4-hydroxy-3-methoxybenzoic, and trans-4-hydroxy-3-methoxycinnamic acids.

Kawamura, K. and Ishiwatari, R.: Tightly bound aliphatic acids in  
Lake-Biwa sediments: Their origin and stability. *Organic geochemistry*.  
7, 121-126 (1984)

菅家文左衛門 水田土壌中の炭水化物の組成と挙動 福島県農業試験場特別研究  
報告 pp.38 (1988)

Kögel-Kanbner, I.: Biodegradation and humification processes in  
forest soils. pages 101-135 In Bollag, J.-M. and Stotzky, G. (Ed.)  
*Soil Biochemistry* Vol. 8. Marcel Dekker, Inc. New York (1993)

近藤錬三：泥炭構成植物および泥炭土の加水分解性中性糖 日本土壤肥科学雑  
誌 51, 143-149 (1980)

Lajat, M., Saliot, A., and Schimmelmann, A.: Free and bound lipids in recent sediments from Santa Barbara Basin. *Organic Geochemistry*, 16, 793-803 (1989)

Morita, H.: Perspectives on carbohydrates as chemotaxonomic aids for peats. *Proceedings of the 6th International Peat Congress*. International Peat Society, 633-637 (1980)

村山重俊： 土壤糖の起源、分解性、糖組成と土壤微生物 土壤のバイオマス - 土壤生物の量と代謝 日本土壤肥料学会編 博友社 pp. 35-114 (1984)

村山重俊： 糖質の動態 農業技術体系 土壤施肥編1 農山漁村文化協会 pp. 113-122 (1987)

Reddy, K.R. and Patrick, W.H.Jr.: Wetland soils - opportunities and challenges. *Soil Science Society of America Journal*, 57, 1145-1147 (1993)

Stevenson, F.J.: *Humus chemistry: genesis, composition, and reactions*. Wiley Interscience, New York (1982)

Tsutsuki, K., Kondo, R. Shiraishi, H., Kuwatsuka, S. and Ohnohara  
Wetland Research Group : Composition of lignin-degradation products, lipids, and opal phytoliths in a peat profile accumulated since 32,000 years B.P. in Central Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*, 39, 463-474 (1993)

Volkman, J.K.: A review of sterol markers for marine and terrigenous organic matter. *Organic Geochemistry*, 9, 83-99 (1986)

Weete, J.D.: Sterols of the fungi: distribution and biosynthesis. *Phytochemistry*, 12, 1843-1864 (1973)