

パドック排水に関する研究 — 暗渠排水によるパドック環境の改善 (第2報) —

辻 修¹・松田 豊¹・土谷 富士夫¹・鈴木 藤英¹
阿部 紀次²・大崎 和栄³・大星 健治⁴
(受理: 1994年5月31日)

Study on drainage of cattle paddock
— 2. The improvement of cattle paddock environment
with underdrainage —

Osamu TSUJI¹, Yutaka MATSUDA¹, Fujio TSUCHIYA¹, Toei SUZUKI¹
Noritsugu ABE², Kazue OOSAKI³ and Kenji OOBOSHI⁴

摘 要

現在酪農家の乳牛用パドックは、牛群により垂れ流される糞尿とその練り返しにより、土壌が泥ねい化し、常に排水不良の状態におかれており、牛体や搾乳環境に与える大きなマイナス要因となっている。

このようなパドック環境を改善するため92年11月に三軒のモデル酪農家を対象に暗渠排水と火山灰土への土壌置換を行い工事前後二年間に渡り含水比、三相比、貫入深さについて調査した。

その結果、パドック土壌の含水比は暗渠排水の施工後著しい低下を示した。また、三相比においても暗渠排水施工後、固相率および気相率の上昇、液相率の低下により、三相構造の改善がみられた。このパドックにおける排水性の向上はパドック土壌の地盤支持力の強化につながり、パドックでの牛群の歩行が容易となった。

以上の結果により、酪農家のパドックに暗渠を施工することは、パドックの排水性の向上に役立つことがわかった。

キーワード : 暗渠、パドック

¹ 帯広畜産大学 畜産環境学科 (〒080帯広市稲田町)

² 帯広畜産大学 獣医学科 (〒080帯広市稲田町)

³ 北海道農業共済組合連合会 (〒060札幌市中央区)

⁴ 十勝農業共済組合 (〒帯広市川西町)

¹ Department of Agro-environmental Science, obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, obihiro, Hokkaido, 080 Japan,

² Department of Veterinary Medicine, obihiro, University of Agriculture and Veterinary Medicine, obihiro, Hokkaido, 080 Japan,

³ Hokkaido Agricultural Mutual Aid Associations, Sapporp, Hokkaido, 060 Japan

⁴ Tokachi Agricultural Mutual Aid Associations, Obihiro, Hokkaido, 080 Japan

はじめに

道東地方の農業は畑作と酪農を中心としており、広大な土地を利用した大規模経営により現在まで発展を遂げてきた。その中でも、十勝地方は国内でも有数の酪農地帯となっている。しかし、以前の酪農は大変な重労働であったため、広大な農地を持つ北海道でも、昭和25年頃まではほとんど酪農家は数頭の乳牛をもつ程度であった。その後、酪農の機械化が進むにつれ、労働時間の短縮と省力化が進み、現在のような一軒の酪農家で20~30頭の乳牛を飼う、多頭飼育が可能となった¹⁾。

経営の大規模化が進めば当然一軒の酪農家で生産できる乳量は増加するが、同様に一軒当たりの全乳牛が排泄する糞尿の量も頭数に比例して増加する。乳牛は一日15~50kgの糞と5~30kgの尿を排泄し²⁾、数十頭分の排泄量となれば、一日分でも膨大な量となる。現在酪農家の牛舎に隣接するパドックには毎日、牛群により大量の糞尿が投入され、さらに乳牛の頭数に比べパドックが狭いことと、牛群による糞尿の何度とない踏みつけ、練り返しにより、泥ねい化した状態となっており、体に糞がこびりついた乳牛が目立ち、歩行も容易でない牛も見受けられる。

このようなパドック環境は、乳房炎や蹄病の感染原となる病原微生物の温床となっているほか^{3,4)}、能率的、衛生的な搾乳作業を行う上での障害となっている。

このようなパドック状態への対応策として、各酪農家がパドックへの砂、火山灰土などの客土を行っているが、泥ねい化したパドック土壌の下部が不透水層となっていることから、大きな効果はなく、数日もすれば、牛群による糞尿の垂れ流しとその練り返しにより、再び元の状態に戻ってしまう。そこでこのような常時土壌が泥ねい化した排水不良のパドックを改善し、長期的にパドックを乾燥した状態に維持するため、一般に排水不良畑で排水性の向上に用いられ、効果をあげている。暗渠排水⁵⁾を用いることにした。そこで91年に行ったパドックの実態調査の結果⁶⁾をもとに三軒のモデル酪農家を設定し、92年11月に暗渠排水管の埋設工事を行った。そして、工事前後のパドック土壌の物理性を二年間調査し、暗渠排水がパドック環境の改善に及ぼす環境を調査した。

調査方法

調査は、清水町共済組合加盟の酪農家より抽出した三軒の酪農家を対象に92年と93年の夏期に行った。この酪農家への暗渠配水管埋設、及びパドック表土の火山灰土への置換工事は92年11月に行った。これらの酪農家のパドック部分の平面図を図-1~図-3に、また暗渠埋設部分の標準断面図を図-4に示す。

ここで、排水対象となる水分は、一般の畑地等とは異なるパドックという特殊な環境上、牛群による糞尿の投下量を考慮にいれなければならない。牛一頭により一日に排泄される糞尿の量は30~50kgであり、牛群密度の高いパドック内では降水によるパドック内への水分補給よりも多いと考えられ、またそれは一日に一定量が必ず投入される。そのため暗渠管は一般のものよりも大口径のものを用いることにし、さらに排水能力を向上させるため、暗渠管上部に切込砂利を敷設した。

酪農家に対するパドック土壌調査は暗渠排水施工前92年、施工後93年の6月から10月に月一回の割合で土壌サンプリングをおこない、土壌の含水比、三相比の調査を行った。また、コーンペネトロメータを用いた貫入深さの測定を行った。加えて93年8月にはパドック

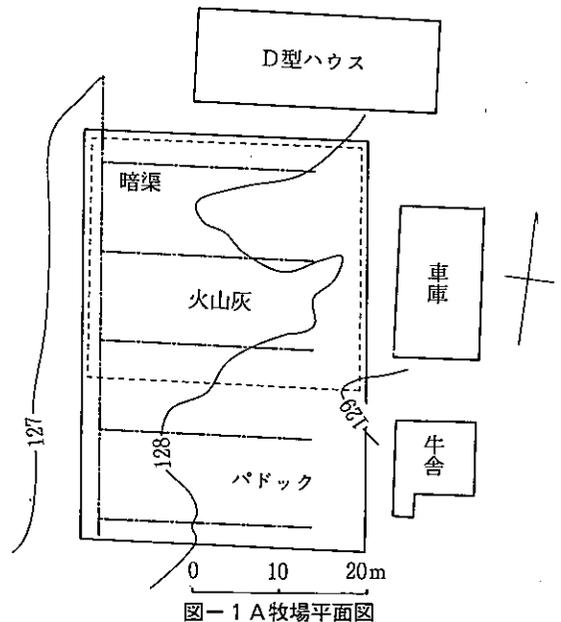


図-1 A牧場平面図

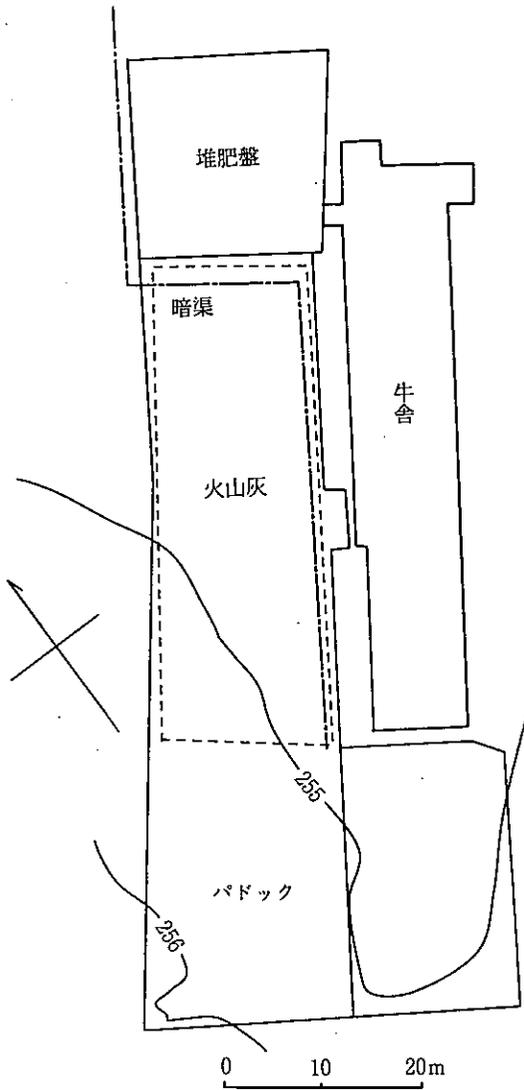


図-2 B牧場平面図

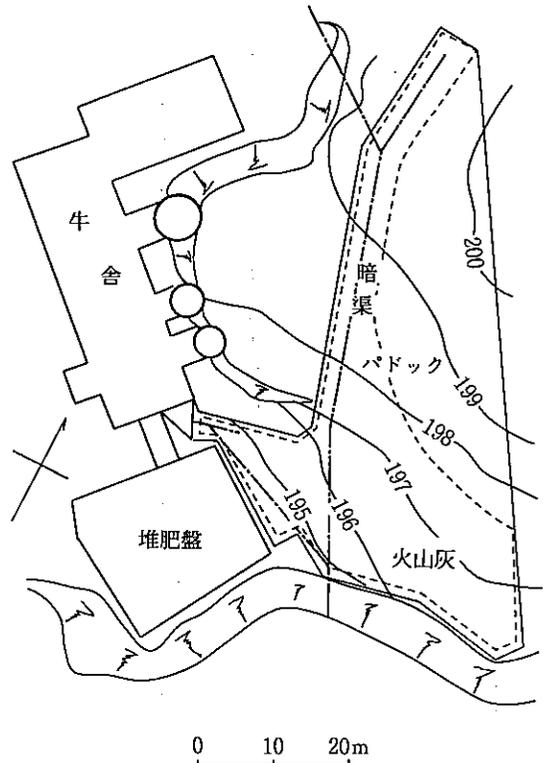


図-3 C牧場平面図

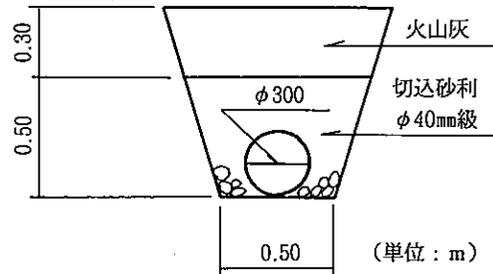


図-4 標準断面図

ク土壤の透水係数を求める調査を行った。ここで置換前と置換後のパドック土壤の土壤物理性を表-1に示す。

結果及び考察

1. 調査期間における降水量

調査期間における旬降水量の経時変化を図-5に示す。なのこの値は調査地点に近在する新得町のアメダ

ス観測地点の降水量データを用いた。

暗渠施工前の92年6月上旬、中旬は曇雨天の日が多く、降水日数も13日と多かった。月末は天候も回復し晴れた日が多かった。7月になると天気は周期的に変わるようになり大気が不安定な日が続いた。また雷が多く龍巻や一部でひょうも降った。特に7月9日はひょうによる農作物への被害が発生した。中旬から下旬にかけては曇雨天となり18日以降はほぼ毎日降雨を観測

表-1 施工前後のパドック土壌の物理性

牧場名	調査時期	土粒子密度 (g/cm ³)	透水係数 (cm/sec)	工学的分類	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)
A牧場	施工前	2.29	4.10×10^{-6}	火山灰質砂	51.9	34.3	13.8
	施工後	2.48	1.50×10^{-3}	火山灰質砂	69.3	22.6	8.1
B牧場	施工前	2.44	5.68×10^{-5}	火山灰質砂	70.9	23.5	5.6
	施工後	2.45	2.98×10^{-3}	火山灰質砂	67.9	27.2	4.9
C牧場	施工前	2.62	1.25×10^{-3}	火山灰質砂	50.8	44.0	5.2
	施工後	2.43	8.70×10^{-3}	火山灰質砂	63.6	30.1	6.3

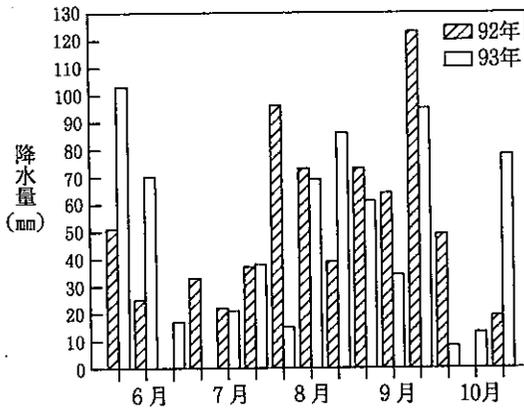


図-5 調査期間中の降水量

した。そして7月の降雨日数は15日であった。8月に入っても曇雨は中旬まで続いた。下旬になるとようやく夏らしい日々があったが、月末には再び曇雨天が続くようになった。8月の降雨日数は16日であった。9月になって気温の低い日と曇雨天の日が多く、また11日に本道を襲った台風17号の影響を受け、8日から12日までの連続総雨量は104mmを記録した。また25日には台風19号から変わった温帯低気圧の影響で日降水量では観測期間最高の93mmを記録した。9月の降雨日数は17日であった。10月に入り天気はようやく回復し秋晴れの多い月となった。月を通して降雨は少なく降雨日数は観測期間中最も少ない6日であった。

次に施工後の93年6月は92年度と同様に上旬、中旬と曇雨天の日が多く、下旬に入って若干天候が回復した。しかし降雨日数は17日と92年度よりも多かった。7月下旬は初夏らしい陽気の日が続いたものの中旬に入ると曇雨天の日が続き降水量は少ないが極端な日照不足に悩まされるようになった。月末になっても天候

はなかなか回復せず、日照不足が続いた。31日には台風6号から変わった低気圧の影響で日雨量30mmを記録した。そして、7月の降雨日数は10日であった。

8月上旬は天候が回復したが中旬には台風7号、下旬には台風11号の影響を受け降雨量も多くなった。この月の降雨日数は10日であった。9月上旬も気温の低い曇雨天の日が続いたが、中旬になると一時天候の回復をみた。しかし、下旬になると秋雨前線の影響により降水量がまた多くなった。9月の降雨日数は15日であった。10月にはいると天気は回復し秋晴れの多い月となった。しかし下旬には台風並の低気圧のため降水量が多くなった。10月の降雨日数は12日であった。

92年、93年ともに降雨量はそれほど多くないが降雨日数は非常に多く、パドックの水環境としては湿気が抜けきらず、悪い状態であったことがわかった。

2. 暗渠施工前後のパドック土壌の含水比の変化

三軒の酪農家の含水比の経時変化を図-6に示す。これより施工前の含水比はA、C牧場で60~90%、B牧場では70~200%、と高い値を示し、一方施工後の値は三軒とも年間を通じて30%前後で推移したことがわかった。

施工前のパドック土壌の含水比が高い値を示したのは、年間を通じてパドック土壌が牛群の糞尿の投与と牛群の移動の際、蹄により練り返された土壌が泥ねい状態となり、排水不良になったためと考えられる。

一方、施工後の三軒の酪農家のパドックは、暗渠による排水効果が発揮されたため、降水量が施工前と同様であったにもかかわらず、パドックを乾燥した状態に維持することができた。これは施工前のパドック土壌に比較して粒径の大きな火山灰土に置換したこと

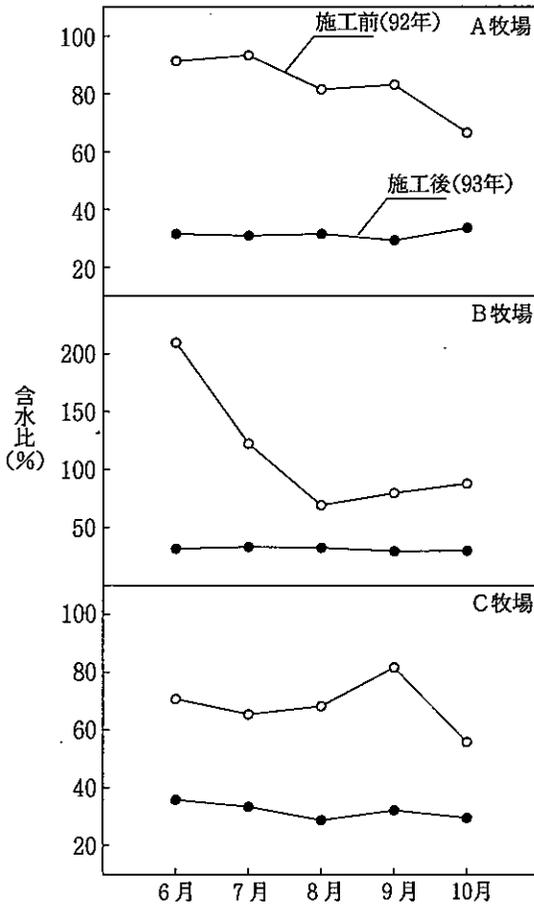


図-6 暗渠施工前後のパドック含水比の比較

A 牧場		調査時期	6月	7月	8月	9月	10月
気相率(%)	施工前	3.6	16.0	19.8	8.7	15.5	
	施工後	27.2	30.0	33.5	14.5	13.0	
液相率(%)	施工前	63.3	56.6	53.6	57.9	52.1	
	施工後	31.8	30.5	29.4	36.9	38.8	
固相率(%)	施工前	33.1	27.4	26.6	33.4	32.4	
	施工後	41.0	39.5	37.1	48.6	48.2	
B 牧場		調査時期	6月	7月	8月	9月	10月
気相率(%)	施工前	15.2	14.0	10.3	7.2	12.0	
	施工後	30.0	26.9	26.9	13.7	14.4	
液相率(%)	施工前	71.7	63.4	55.4	59.0	58.0	
	施工後	31.0	32.6	33.1	36.8	36.1	
固相率(%)	施工前	39.0	40.5	40.0	49.5	49.5	
	施工後	41.0	39.5	37.1	48.6	48.2	
C 牧場		調査時期	6月	7月	8月	9月	10月
気相率(%)	施工前	17.4	13.7	14.8	5.8	14.7	
	施工後	35.4	27.0	31.0	14.5	20.4	
液相率(%)	施工前	51.1	52.4	53.2	61.6	48.2	
	施工後	30.2	33.2	29.3	38.6	35.1	
固相率(%)	施工前	31.5	33.9	32.0	32.6	37.1	
	施工後	34.4	39.8	39.7	46.9	44.5	

表-2 施工前後のパドック土壌の三相比の比較

より、下部の暗渠管までの有効な通水路の確保につながり、土壌中への水の浸透をより促進させることによって可能になったと考えられる。

3. 暗渠排水施工前後のパドック土壌の三相比の変化
三軒の酪農家の施工前後の三相比の変化を表-2に示す。

施工前は三軒の酪農家のパドックともほぼ同様で、気相率が10~20%、液相率が50~60%、固相率が25~35%前後で推移した。この結果はパドック土壌が近隣の畑土壌と比べ粒度分析は同じにもかかわらず、気相率、固相率が低く、液相率が高いという特徴を示している。これは、パドックという高水分な状態の上に牛群の蹄による練り返しが行われたため発生したものと

考えられる。この三相比状態では、過剰水分が下部土壌に十分浸透せず降雨が少なくとも年中このような過水分状態を示している。

次に施工後は三軒とも年間を通じ固相率40~50%、液相率30~40%、気相率15~30%で施工前の三相比分布よりも液相率が20%低下し、固相率、気相率が10%ずつ上昇し、ほぼ一般的な畑土壌に近い三相比分布となった。施工後は施工前と同様に降水量が多い年であったにもかかわらず、パドックが乾燥した状態となったのは、暗渠排水を施工したことにより下部土壌の排水性が高まり常に液相率を低いレベルに抑えることができたためと考えられる。これによりパドックの乾燥化を維持し固相、気相率の上昇につながったものと思われる。

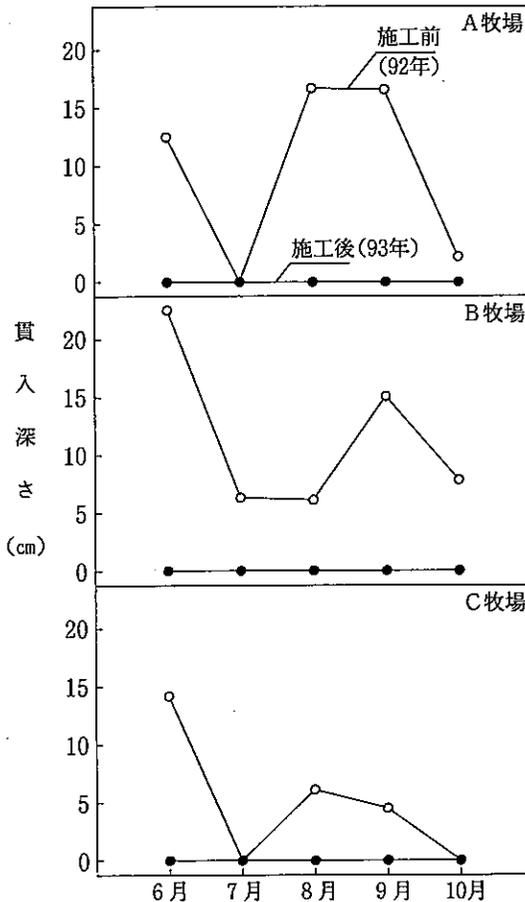


図7 暗渠施工前後のパドック貫入深さの比較

しかし9月、10月になると前半の三ヶ月とは異なり固相率、液相率の上昇、気相率の低下が見られるようになった。これは、牛糞が次第にパドック表土間隙に目づまりを起こし、このような結果になったものと考えられる。これは表土の火山炭客土が短期間は排水機能を十分に発揮するが、牛群による糞尿の大量投下といったパドック特有の排水能力維持を困難にする悪条件の重なる状況下は、排水能力の低下を招くことを示している。しかし、一定期間におけるパドック表土の置換等、土壌表面への糞尿の堆積や土壌の硬質化などの悪条件を適時に処理することにより、パドックの排水能力を長期的に維持することができると思われる。またこのメンテナンスを行わなければパドックの排水能力は次第に失われ、暗渠排水の機能も低下するもの

と思われ、このような排水効果の維持のためには、酪農家の維持管理が重要である。

4. 暗渠排水施工前後のパドック土壌の貫入深さの変化

施工前と施工後のパドック土壌への貫入深さを図7に示す。この貫入深さは牛がパドック内を歩行する場合の牛脚の土壌への侵入深さを示す指標として、コーンペトロメーターを使用し指示値0 cmの状態での土壌中への貫入深さを測定したものである。

施工前の貫入深はA牧場ではほぼ10~17cm、B牧場で5~20cm、C牧場で5~15cmの範囲で変化した。この数値はパドックに放された牛群が常に蹄から第一関節までを泥ねい化した土壌中に踏み込んだ状態であったこと示しており、さらに蹄による土の練り返しによりパドック土壌は常に泥ねい化した状態で、土壌中の水分が排水されにくい状態であったと考えられる。なお、A牧場で7月の値が0 cmになっているのは、酪農家がパドックに砂客土を行ったものである。しかし、一時的に貫入深が0 cmになったが、翌月には貫入深はもとの状態に戻っており、パドック内への砂客土は、一時的にパドックの地耐力を向上させる事はできるが、効果は長く続かない事を示している。

一方施工後の結果では3軒のパドックとも期間中を通して貫入深が0 cmであった。これは含水比、三相比の変化と同様に暗渠排水の効果によりパドック土壌が乾燥化した状態を維持し固相率、気相率の上昇、液相率の低下により牛の踏圧に対する地盤の支持力を得たことを示している。施工前のような牛の蹄が土壌深く侵入する状態が改善され、パドックにおける牛の歩行性が向上した。以上の結果、牛群による糞尿の投下や、牛の蹄による土壌の練り返しなどの悪条件の重なるパドックにおける排水性の向上には、暗渠排水と表土の易排水性材への置換工法が有効であり、定期的なメンテナンスを行うことにより長期的な効果が期待できるものと考えられる。

謝 辞

この研究を進めるにあたり、帯広開発建設部農業開発二課、清水町役場農政課の関係各位、三軒のモデル酪農家の方々には現地調査に際し多大な便宜ならびにご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 鈴木省三他：酪農技術入門、酪農事情社、p7 (1981)
- 2) 同上 1) p76
- 3) Mclenan, M., Daniel, R.C.W. :An outbreak of seborrhoeic dermatitis in cattle., Aust. Vet. J. No.68, pp76-77 (1991)
- 4) Chesterton, R. N., Pfeiffer, D. U., Morris R. S. and Tanner, C.M. : Environmental and behavioural factors affecting the prevalence of foot lameness in New Zealand dairy herds casecontrol study., N.Z.Vet.J. No. 37, pp135-142 (1989)
- 5) 辻修也：排水不良畑における特殊暗渠の有効性、農業土木学会誌 第61巻 第9号、pp855-858 (1993)
- 6) 辻修也：パドック排水に関する研究、帯広畜産大学研究報告 No. 18、pp105-111 (1993)

Summary

Always the paddock soil is mudded by excreta that cows exhausted and the kneading returns an drain are always defective in dairy farmers' paddock now. And, the influence with a badness for cows' health and milking defective drain of the paddock is given.

The under drainage was constructed to three dairy farmers' paddocks to do the under drainage improvement of such paddocks in November, 1992.

We investigated these three dairy farmers' paddocks as an investigation target for two years before and after construction about the moisture content of soil, the three phases of soil, and the static corn penetration of soil.

As a result, the moisture content of the paddock soil decreased remarkably after having constructed the under drainage. Moreover, the rate of the gas phase and the rate of the solid phase after constructing the under drainage and the rate of the liquid phase has decreased in the three phases of paddock soil. The improvement of drain in this paddock rose bearing capacity and facilitated walking of cows of ground power of the paddock soil in the paddock. As for the construction of the under drainage to dairy farmers' paddock, it has been understood to be useful for the improvement of the drain of the paddock and to improve cows' life environments according to the result.