

根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う 土壌肥料学的諸問題について

第4報 水位の作物生育と泥炭分解に及ぼす影響

早川 康夫†

THE CHARACTERISTICS OF PEAT SOIL AND ITS PROBLEMS ON SOIL AND MANURE SCIENCE ACCORDING TO THE RECLAMATION IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT

IV. Influence of Water Level on the Growth of Crops and Decomposition of Peat

Yasuo HAYAKAWA

北海道における泥炭地の排水機構については、従来排水溝の深さと距離を対象とし、極力排水につとめる方針かとられ、水を増収手段として積極的に活用する考えがなかった。そこで泥炭地の適正水位、排水にともなう地盤沈下について、施肥量、泥炭の酸化分解など化学的に検討を加えたが、窒素施用量を増加すると地下水位15cmでも高い収量がえられ、また泥炭の酸化分解に比例して地盤が低下した。作物に最も適当と思われる水位は30～50cmで、収量も高く沈下量も小さかった。

I 緒 言

北海道における泥炭地開発は既に40年*の歴史を有し、この間排水、客土、酸性矯正の3つが土地改良根幹施策とされてきた。北欧および北米においても泥炭地の開発が実施されているが、酸性泥炭に対して矯正を行なうことを除くと、排水、客土についての基本的な考え方が多少異なるようである。

まず客土について北海道のように大規模にかつ莫大な経費を投じて実施している例は欧米においては少ない。これはわが国の農業が稲作を中心に行っていることに原因するもので、現在の水稲栽培技術体系の下では泥炭に対する客土は顕著な増収

をもたらすものとして、北海道の泥炭地水田の60%は客土実施済である。石塚¹⁾が泥炭地についての解説書で掲げている水田の場合の客土の効果は次項のとおりである。すなわち

- 1) 営農の面からいうと水田作業が客土により非常に楽になる。
- 2) 移植後に起きるいわゆる浮苗を防止する。
- 3) 夏季泥炭の分解に伴い発生するガスのために、土壌がいわゆる酸酵(わく)のを防止する。
- 4) 水田土壌の温度上昇が速かに起きる。
- 5) 温度上昇に伴い泥炭の分解が進み窒素の有効化が早く行なわれ、水稲の必要とする時期に間に合う。
- 6) 施した肥料の流乏を防ぐ。
- 7) 加里と珪酸の補給の役をし、耐倒伏性を強くする。

以上の事項をみると客土の効果は泥炭の物理的

† 根室支場

* 美唄泥炭地試験地が設置されたのは大正8年で、本年は43年目であるが、明治26年には既に南向、対雁に泥炭地試験場がおかれていた。

障害を取り除くのが主であると見なしうる。

泥炭地の畑に対する客土も水田に準ずる効果を期待しうるものとして奨励されている。しかし畑の場合は水田よりも効果は小さく、藤森ら⁹⁾の試験によれば、珪酸添加、硝酸菌の接種など泥炭土壌の化学的欠点を補正することにより客土実施に匹敵する増収の得られることを確認している。実際農家においても畑に対しては水田ほどを示さず客土実施面積は少ない(約20%程度)。

これに対し排水は泥炭地の畑で最も重視され、特に排水溝の深さについては数多くの圃場試験を繰り返し、石狩地方高位泥炭地では90cm、釧路地方のような寒冷地では90~120cm⁹⁾と決定されたのである。この結果は大正10年ころから昭和初期にかけて導きだされたもので、その後約30年間実際の開発に広く適用され、疑問を挟む余地なしとされてきたが、F.A.O.調査員イヤリ・アダム¹⁾は諸外国の方式に比べ過剰排水であると指摘した。すなわち欧米における泥炭地の適正水位は20~50cmくらいで、過剰排水は物理的な収縮のほかに化学的な酸化分解による地盤沈下を伴うものであることを警告している。

北海道における排水機構についての試験の対象は主として排水溝の距離と深さに注がれ、適正水位という観点からの検討に欠けるものがあつた。すなわち従来は極力排水につとめる方針がとられ水を増収手段として積極的に活用しようとする考えがなかった。また排水に伴う地盤沈下ももっぱら物理的原因によるものとして、化学的な分解についての考慮に欠けていたようである。

以上のように北海道における泥炭開発の3つの根幹施策のうち2つまでが欧米の方針と相違しているのである。中で排水については釧路泥地のように、排水困難な条件下にある地域では排水溝の深さ90cmの基準にとらわれていては開発できないのである。しかし排水溝を深くすると増収することは北海道で長年月間試験を繰り返し実施した結果到達した敢然たる事実であり、また水位30cm前後が最良であるとする欧米における結論も真実であろう。このように一見全く相反する結論が導きだされたが、この理由は泥炭の基本的特

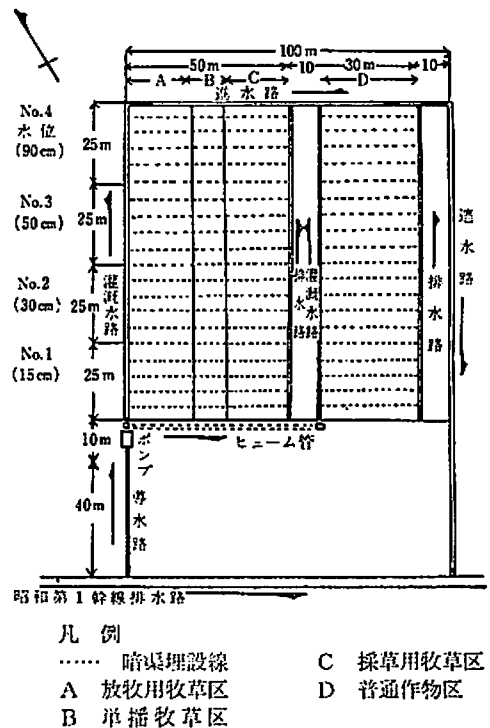
質に対する見解の相違に基づくものであり、従つてこの理由を究明することは土壤肥科学上の興味と開発施策上の実用的問題の解決に役立つものと思う。

この試験は第1報⁹⁾の冒頭にのべたように北海道開発局開発調査課が実施中の釧路泥炭地排水管理試験の調査項目の1つとして昭和33年より施行されたもので、筆者*が栽培関係を担当した。その経過については既に北海道開発局からの中間報告⁹⁾ならびに土木試験所月報¹³⁾に報告してあつたが、その後の結果を加え取まとめたものである。

II 試験方法

試験圃場は釧路市昭和地区の昭和第一幹線排水路の北に側して約50アールの面積を有しており、昭和第一幹線排水路の水をポンプで汲み上げ、地下水位を年間大体15, 30, 50, 90cmに保持できるように暗渠により各区に導水する施設を作つた。その概要は第1図のとおりである。

第1図 試験区設計図



* 筆者は開発局調査員として調査を依頼された。

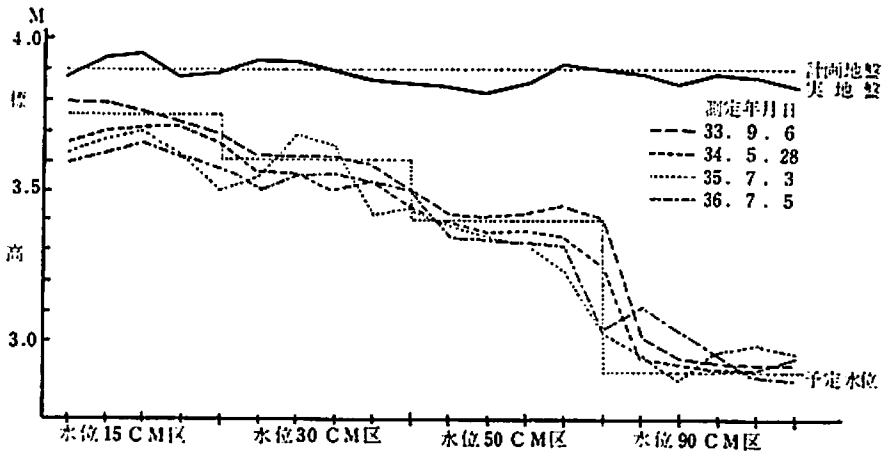
原植生はキタヨシ、ヒラギンスゲ、ギボシを主体とするが、幹線排水路を掘さくしてから10年近く経過したので地下水位が60~70 cmまで下りや乾燥気味で泥炭土の分解は進んでいた。土壌断面および各層の理化学的特性は第1報⁵⁾にのべたとおりある。

試験圃場を造成するに当たり、原生状態では枯れたヨシが密生していたので、まず刈り払って火入れを行なった。ヒラギンスゲにより生成されたいわゆる「谷地坊主」が1㎡当たり1~2個くらいの割合に散在しており、これを鋤で切り起こしたのち、2頭引きブラウで耕起、鉋ハローと方型ハローとにより整地を行なった。この際酸性矯正のため1 ha 当たり8 ton の炭酸石灰を散布し土壌との混和につとめた。その後水位保持用暗渠

の掘さくならびに素焼土管の埋設を行なった。

以上のような試験区の造成は昭和33年6月中旬に完了し6月21日に第1表の基準に従い牧草の播種を行なったが、ポンプ工事施行が遅れたため地下水位を予定どおり調節できるようになったのは7月15日以降であった。第2年度からは5月初旬より11月上旬までポンプを駆動したが、冬季間は凍結したので休止した。しかし小規模の模型実験と異なり広い面積を有する現地試験では規定の水位区分を正確に保つことは困難であって、水位15 cm区に実際には20 cm程度に下がっていた。各年次における水位を第2図に掲げたが、多少計画水位に達しない区もあったけれども実験成績の考察に支障をきたさない範囲内にあるものと思われる。

第2図 牧草圃場地下水位曲線



牧草についての試験は採草用牧草区、放牧用牧草区、および主要牧草単播区にわけ開始したが、次年度において水位15, 30 cm両区に著しい窒素欠乏症状を認めたので、採草用牧草区と放牧用牧草区は更に2あるいは4分して窒素施用量試験を加味して実施することに切り換えた。その詳細の施肥量区分については次項にのべる。

普通作物についての試験は鉋路泥炭地における適合性ならびに水位の生育に及ぼす影響について牧草と比較した。すなわち前半の問題に対しては昭和34, 35年の2カ年にわたり、燕麦、デント

コーン、馬鈴薯、甜菜、ルタバガの5作物を供試したのち、燕麦とデントコーンを用い水位の影響について牧草との相違する点を検討した。詳細な試験区分および耕種概要はそれぞれ次項に示す。

III 試験成績

A 牧草についての栽培試験

牧草についての試験は供試草種により次の区分とした。すなわち

放牧用 (チモシー、ベレニアルライグラス、イタリヤンライグラス、マンモスクローバー、ラデノクローバーの5

種混播)

採草用 (チモンシー, 赤クロバー, アルサイクロバーの5種混播)

主要牧草単播区 (チモンシー, オーチャードグラス, メドーフエスク, ベレニアルライグラス, イタリヤンライグラスのイネ科5種, 赤クロバー, マンモスクロバー, アルサイクロバー, ラデノクロバーのマメ科4種を各単播)

肥料3要素のうち開墾の当初から水と重大な関連を持つものは窒素である。初年目は窒素施用量はすべて10アール当たり1.6kgであったが、2年目以降は特にこの点を重視し2年目1番草は10アール当たり0と1.6kg/10アールの2段階、2番草からは更に細分し0, 2.25, 4.5, 9.0kg/10アールの4段階にした。各年次の施肥量は次のとおりである。(kg/10アール)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
初年目	1.6	6.6	7.2
2年目1番草	$\begin{matrix} 0 \\ 2.25 \end{matrix}$	10.2	2.2
" 2番草	$\begin{matrix} 0 \\ 2.25 \\ 4.5 \\ 9.0 \end{matrix}$	0	5.6

3年目1番草 同上4段階 ; 0 ; 5.6

" 2番草 " ; 0 ; 5.6

4, 5年目は3年目と同様の施肥処理を行なった。

播種は昭和33年6月21日で、当地方の播種適期よりかなり遅れ、しかも土壌水分の不足のため発芽揃いまでに約2週間の時日を要した。その後の伸長は速かで8月27日に最初の刈り取りを行なった。2年目の放牧用のものは6月23日, 8月7日, 10月7日の3回, 採草用および単播牧草は6月23日と8月30日の2回, 3年目は放牧, 採草, 単播区ともに7月4日, 8月30日の2回, 4年目は6月28日と9月10日, 5年目は6月25日と9月8日とであった。

イ) 放牧用牧草

まず放牧用牧草の収量を第1表と第3図に掲げた。ただし乾草収量とは105°Cの熱風乾燥したものの10アール当たり換算収量である。

第1表 放牧用牧草収量

年次	刈取別	窒素施用区分	草種	生草収量 (10アール当たり kg)				乾草収量 (10アール当たり kg)										
				水位	15cm	" 30cm	" 50cm	" 90cm	水位15cm	" 30cm	" 50cm	" 90cm						
初年目	窒素1.6kg区	イネ科 マメ科 雑草	2,130	2,434	2,154	2,389	1,945	2,156	1,587	1,703	400	418	366	376	307	323	262	270
			127		77		125		60		10							
	無窒素区	イネ科 マメ科 雑草	635	1,050	1,074	1,315	1,432	1,705	1,375	1,785	116	158	198	217	266	289	182	231
			305		145		164		348		42							
	窒素2.45kg区	イネ科 マメ科 雑草	1,332	1,775	1,832	2,135	2,026	2,160	1,826	2,075	247	284	328	351	351	371	297	330
			282		177		80		245		37							
無窒素区	イネ科 マメ科 雑草	517	1,890	1,100	1,300	1,071	1,750	1,214	1,735	121	191	257	312	254	357	271	348	
		165		690		639		491		30								
窒素2.25kg区	イネ科 マメ科 雑草	945	1,880	958	1,600	1,484	2,130	1,168	1,675	224	347	221	329	350	449	270	341	
		835		627		668		454		123								
窒素4.5kg区	イネ科 マメ科 雑草	1,234	1,720	1,707	2,175	1,396	1,800	1,438	1,670	300	359	273	343	316	367	321	316	
		411		446		378		164		59								
窒素9.0kg区	イネ科 マメ科 雑草	1,502	1,865	1,518	1,870	1,345	1,660	1,670	1,870	350	396	354	402	313	356	377	403	
		313		314		281		165		46								

年次	刈取別	窒素施用区分	草種	生草収量 (10アール当たり kg)				乾草収量 (10アール当たり kg)											
				水位	15cm	" 30cm	" 50cm	" 90cm	水位15cm	" 30cm	" 50cm	" 90cm							
二 年 目	草	無窒素区	イネ科 マメ科 雑草	620 1,245 100	1,975	828 784 43	1,655	1,313 668 69	2,030	1,339 382 29	1,750	150 319 469	212 162 374	312 136 448	309 90 398				
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科 雑草	190 1,336 75	1,600	842 654 27	1,525	1,164 582 33	1,825	1,354 256 55	1,665	481 299 347	211 131 342	236 119 355	280 47 337				
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科 雑草	703 898 68	1,670	1,172 532 46	1,750	1,061 436 27	1,525	1,239 483 53	1,775	186 152 338	243 108 351	233 91 324	259 36 355				
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科 雑草	1,109 716 70	1,895	1,408 390 77	1,875	1,639 433 38	1,515	1,617 151 42	1,840	293 135 428	252 78 430	284 82 366	311 28 389				
三 年 目	草	無窒素区	イネ科 マメ科	575 275	850	1,321 134	1,455	2,617 83	2,730	2,912 83	2,920	131 46	172	281 23	304	532 14	546	584 2	586
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科	735 130	865	1,910 91	2,000	3,082 23	3,105	3,161 9	3,170	168 22	190	477 14	491	531 4	535	781 2	783
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科	1,536 99	1,635	1,892 58	1,950	3,276 14	3,290	3,144 6	3,150	400 18	418	456 10	466	752 6	758	704 2	706
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科	1,867 33	1,900	2,129 21	2,150	3,047 3	3,050	2,919 11	2,830	485 6	491	513 4	517	700 1	701	680 2	682
四 年 目	草	無窒素区	イネ科 マメ科	292 2,408	2,700	855 1,995	2,850	868 982	1,850	1,650 550	2,200	781 292	370	235 246	481	242 124	366	429 69	498
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科	460 1,540	2,000	540 1,210	1,750	1,060 940	2,000	1,968 32	2,000	111 217	328	135 174	309	270 149	419	486 6	492
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科	884 916	1,800	1,290 760	2,050	1,890 810	2,700	1,694 56	1,750	217 151	368	326 125	351	478 134	512	425 10	435
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科	1,200 800	2,000	1,793 602	2,400	2,124 26	2,150	1,844 6	1,850	295 140	435	439 102	541	552 4	556	457 1	458
四 年 目	草	無窒素区	イネ科 マメ科	1,128 1,426	2,554	982 925	1,907	1,332 473	1,805	2,012 158	2,170	232 147	379	224 99	323	304 66	370	437 21	458
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科	1,120 1,267	2,387	1,646 460	2,106	2,099 180	2,279	2,399 73	2,472	235 138	373	274 52	326	475 25	500	514 10	524
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科	1,468 920	2,388	2,196 400	2,596	2,559 160	2,719	2,414 50	2,461	299 106	405	476 45	521	563 23	591	507 7	514
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科	1,845 696	2,541	2,061 61	2,122	1,883 37	1,920	1,854 26	1,880	384 73	457	447 7	454	422 18	440	393 4	397
四 年 目	草	無窒素区	イネ科 マメ科	1,124 1,366	2,490	934 858	1,792	1,501 559	2,060	903 805	1,708	323 240	563	278 127	405	350 82	432	286 122	408
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科	989 1,437	2,426	1,042 984	2,026	1,531 445	1,976	1,166 505	1,771	271 76	347	419 75	494	299 148	447	271 76	347
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科	1,208 906	2,114	2,642 327	2,969	2,117 333	2,455	1,660 306	1,966	349 115	464	747 61	808	609 51	663	379 46	425
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科	2,031 433	2,464	2,104 294	2,398	2,369 144	2,413	2,063 192	2,255	581 58	639	611 28	639	666 16	682	460 32	492

年次	刈取別	窒素施用区分	草種	生草収量 (10アール当たり kg)				乾草収量 (10アール当たり kg)											
				水位 15cm	" 30cm	" 50cm	" 90cm	水位15cm	" 30cm	" 50cm	" 90cm								
5年	草	無窒素区	イネ科 マメ科	1,609 441	2,050	1,695 405	2,100	1,798 317	2,115	2,128 22	2,150	355 61	416	370 48	418	398 42	440	480 3	483
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科	1,683 442	2,125	1,851 304	2,155	1,803 132	1,935	2,020 0	2,020	363 57	420	391 35	426	391 17	408	442 0	442
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科	1,779 306	2,085	1,839 256	2,095	2,047 128	2,175	1,860 0	1,860	384 37	421	386 28	414	450 15	465	420 0	420
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科	2,219 11	2,230	2,113 77	2,190	1,978 72	2,050	1,925 0	1,925	472 1	473	441 8	449	437 9	446	395 0	395
2年	目	無窒素区	イネ科 マメ科	335 1,070	1,405	470 1,395	1,865	1,595 584	2,180	1,816 259	2,075	93 150	243	136 213	349	478 96	574	363 44	407
		窒素 2.25kg区	イネ科 マメ科	385 1,085	1,470	1,188 407	1,595	1,308 422	1,730	1,666 134	1,800	114 164	278	345 65	410	405 73	478	525 24	549
		窒素 4.5kg区	イネ科 マメ科	1,192 213	1,405	1,284 341	1,625	1,664 296	1,960	1,552 48	1,600	372 34	416	397 56	453	524 54	578	497 9	506
		窒素 9.0kg区	イネ科 マメ科	1,501 224	1,725	1,619 231	1,850	2,105 0	2,105	1,550 0	1,550	479 35	514	515 41	566	698 0	698	506 0	506

初年目はイタリアングラスの生育がおう盛で、播種期が遅かったにもかかわらず10アール当たり2.4 tonの生草収量を得た。クローバー類はイネ科牧草の生育に抑圧され混生割合は6%以下であった。窒素施用量は10アール当たり1.6kgで比較的少ない量であったけれども、水位の高い区の収量が低い区よりまさっていた。このように比較的少ない窒素施用量のもとで、水位の高い区の収量が低い区にまさるとい現象は初年目にのみ見られたもので、初年目の土壤中に特に多量の可給態養分が含まれていたためと思う。

2年目1番草からは窒素施用量の少ない場合は、水位の高い区のイネ科牧草では葉色黄化して激しい窒素欠乏症状をていし収量も劣ったが、水位の低下に伴い(特に50cm水位以下)葉色濃緑となり、窒素の天然供給量の増加していることが窺知された。窒素2.45kg施用した場合は無窒素区のような窒素欠乏症は見られず、また窒素2.45kgの施用により水位15cm区のイネ牧草の収量は無窒素の場合の210%増に達した(水位90cmの場合は138%であった)。

2年目2番草から5年目最終収穫にいたるまでは窒素施用区分を0, 2.25kg, 4.5kg, 9.0kgの

4段階とした。このうち窒素施用量の少ない場合は水位が15cm→90cmと下がるに伴いイネ科牧草の収量が急増した。しかし窒素施用量の多い場合は水位が高くとも収量が多く、水位の低下に伴う増収率が緩徐となつたのみでなく、逆に水位90cmのものよりも50cmあるいは30cmのときの収量がまさる場合も多かった。これは水位を下げることによって窒素の天然供給量が増すので、窒素施用量の少ない場合はイネ科牧草が増収するが、しかし窒素が多用されておればこのような天然供給の窒素に頼る必要性が少なくなるので、牧草の生育は天然供給養分よりも、むしろ他の因子、たとえば水分の影響に強く支配されるようになるためである。すなわち水位を90cmとしてイネ科牧草が必要とする十分量の窒素肥料を施用しても、水位50cmあるいは30cmのものに劣ったが、これは水位50cmあるいは30cmとしたときの土壤水分状態が牧草の水分生理に適合していたと見なすべきであろう。水位90cmとした場合はやゝ乾燥状態にあったばかりでなく、加里などの流乏も伴ったのであり、たとえば「水位90cm, 窒素9.0kg施用区」では明らかに加里欠乏症が認められ、このような原因によっても減収が起こっ

たのであるが、これについての詳細は後述する。

マメ科牧草はイネ科のものと反対に水位が高く、かつ窒素施用量の少ない区において生育がおう盛であつた。特に水位が高く土壌表面の湿っているときは、ラデノクロバー匍匐茎の節から新生する根の活着が良く、匍匐茎の伸長が迅速で広範な生育圏を領有するようになる。従って無窒素で水位15~30cmの場合はラデノクロバーが繁茂優占したのに反し、水位90cmではマメ科牧草

の混生割合が著しく低下し、かつその大部分のものはマンモスクロバーであった(ラデノクロバーもわずかに残存しているが、イネ科牧草の間にあって直立していたので、匍匐茎による増殖はあまり期待できない状況にあった)。この関係について第2表に無窒素区におけるマメ科牧草(ラデノクロバーとマンモスクロバーの合量)のうちラデノクロバーの占める生草百分比を示した。

第2表 水位を異にした場合のマメ科牧草中ラデノクロバーの占める生草百分比(無窒素区)

水位区分	初年目	2年目			3年目		4年目		5年目	
		1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	1番草	2番草	1番草	2番草
水位 15cm	32	35	54	73	64	82	85	95	98	95
" 30cm	28	37	49	75	66	78	75	86	98	93
" 50cm	21	24	34	52	39	52	45	67	80	69
" 90cm	18	13	16	21	10	16	12	10	5	7

以上のように窒素施用量が少なく水位の高いときラデノクロバーの生長が優勢で、イネ科牧草の生育を押さえるばかりでなく赤クロバーをも圧倒し、ラデノクロバーで占められるようになった。しかしこのように優勢になるのは2年目後半以降であつて、播種当年においてはむしろマンモスクロバーが収量の大半を占めていた。またラデノクロバーは冬枯れによる損傷があり1番草では収量が少なくなつて、2番草になって回復することが多かった。

放牧用混播牧草の混生割合はマメ科牧草が全収量の50~60%である場合最も適切⁶⁾であるとされている。今回試験した放牧用牧草の混生割合を第3表に掲げたが、泥炭地は湿気が多くやゝもすると跛脚症を惹起しやすい条件下にあるので、マメ科の占める割合の低い方が安全であると思う。

銚路泥炭地の新墾地においては加里含量が比較的多い⁷⁾ので、初年度ではマメ科牧草の生育は主として水位と窒素施用量に支配された。各区の混生割合は年次、刈り取り時期によって変動の幅は大きかったが、水位30~50cm、窒素施用量10アール当たり2.25kg以下のとき概して適切な比率を示すことが多かった。水位15cmのときはラデノ

第3表 全収獲物中マメ科牧草の占める比率(生草百分比)

年次	窒素施用区分	1番草				2番草			
		水位				水位			
		15cm	30cm	50cm	90cm	15cm	30cm	50cm	90cm
二年目	無窒素	71	39	37	29	66	49	31	22
	窒素2.25kg	47	40	31	28	88	38	33	28
	" 4.5kg	25	21	21	10	56	31	29	28
	" 9.0kg	17	17	11	9	38	22	21	8
三年目	無窒素	32	9	3	6	89	70	53	25
	窒素2.25kg	15	5	7	3	77	69	47	16
	" 4.5kg	6	3	4	2	51	37	30	32
	" 9.0kg	2	1	0	0	40	25	1	0
四年目	無窒素	56	49	26	7	55	48	37	47
	窒素2.25kg	53	22	8	3	59	49	23	28
	" 4.5kg	39	15	6	2	43	14	14	16
	" 9.0kg	27	3	5	1	18	12	6	9
五年目	無窒素	22	19	15	1	76	75	27	12
	窒素2.25kg	21	14	7	0	74	26	24	7
	" 4.5kg	15	12	6	0	15	21	15	3
	" 9.0kg	5	4	4	0	13	13	0	0

(注) 2年目のみは2番草と3番草の比率を示した。

クロバー優占し、これをある程度抑さえてイネ科牧草の生育を助長させるためには窒素 4.5kgの施用が適度であるが、後述するように水位 15 cm 区の土壌は還元状態にあって脱窒作用⁹⁾ が伴うので窒素給与による混成割合のコントロールはあまり期待できない。また水位 90 cm の場合は表土が乾燥しラデノクロバーの増殖には不適当な条件にあ

り、イネ科牧草に若干の赤クロバーが混生する程度となるので、放牧用混播牧草地としては不適格である。

各区の窒素、磷酸、加里含有率ならびに10アール当たり吸収量の推移を第4表に示した。たゞし2年目1番草の含有率の掲示は省略したが、10アール当たり吸収量には加算してある。

第4表 放牧用牧草の3要素含有率および10アール当たり吸収量

年次	窒素施用区分	水位 cm	含有率(乾物%)												10アール当たり吸収量(kg)								
			1番草						2番草						N		P ₂ O ₅	K ₂ O					
			イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科									
初年目	窒素 1.6kg区	15	1.71	0.65	3.38	2.16	0.55	3.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.84	0.39	2.70	14.06		
		30	1.68	0.50	3.38	2.24	0.63	3.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.14	0.22	1.89	12.69		
		50	1.54	0.67	3.42	2.04	0.65	3.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.73	0.33	2.16	11.05		
		90	1.40	0.67	3.24	2.22	0.65	3.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.67	0.18	1.81	8.77		
	無窒素区	15	1.95	0.49	2.91	2.52	0.51	2.46	2.66	0.61	2.75	3.78	0.71	2.38	8.01	18.13	5.87	23.65					
		30	2.26	0.50	2.85	2.45	0.54	2.41	2.73	0.66	1.96	3.43	0.76	2.35	14.69	8.84	5.98	23.70					
		50	2.55	0.49	2.72	2.66	0.51	2.52	2.52	0.65	1.42	3.36	0.76	2.08	18.30	8.02	5.83	23.94					
		90	2.54	0.49	2.68	2.45	0.54	2.58	2.36	0.67	1.25	3.29	0.69	1.98	16.81	6.36	5.92	19.55					
	2年目	窒素 2.25kg区	15	2.05	0.58	2.97	2.24	0.62	3.01	2.45	0.57	2.32	3.42	0.71	1.95	9.80	14.06	6.67	24.38				
			30	2.45	0.50	2.85	2.33	0.59	2.96	2.50	0.61	1.95	3.50	0.74	2.02	16.04	7.47	6.86	24.62				
			50	2.50	0.51	2.74	2.68	0.64	3.14	2.50	0.62	1.27	3.42	0.77	1.65	20.71	7.03	7.10	26.23				
			90	2.65	0.54	2.61	2.88	0.67	2.92	2.42	0.67	1.16	3.15	0.80	1.25	19.17	4.57	6.14	19.93				
窒素 4.5kg区		15	2.06	0.53	2.98	2.31	0.59	2.47	2.38	0.60	1.71	3.42	0.75	1.75	14.61	7.63	6.42	23.33					
		30	2.45	0.52	3.01	2.52	0.57	2.72	2.38	0.61	1.76	3.46	0.75	1.54	17.82	6.16	6.96	24.72					
		50	2.52	0.52	2.78	2.52	0.59	3.11	2.38	0.63	1.44	3.36	0.81	1.39	19.55	4.66	6.45	24.56					
		90	2.69	0.52	2.67	2.78	0.58	3.17	2.44	0.62	1.31	3.15	0.75	1.20	20.15	4.77	6.13	20.87					
窒素 9.0kg区		15	2.18	0.53	3.18	2.66	0.64	2.32	2.46	0.63	1.09	3.21	0.77	1.71	18.87	6.62	6.24	24.79					
		30	2.37	0.56	2.99	2.80	0.61	2.45	2.48	0.62	0.96	3.36	0.86	1.62	22.47	4.26	7.99	25.36					
		50	2.57	0.53	2.98	3.02	0.65	2.51	2.62	0.65	0.96	3.36	0.84	1.16	21.54	4.36	7.78	22.66					
		90	2.62	0.53	2.75	3.15	0.68	2.19	2.59	0.63	0.94	3.01	0.79	0.97	23.16	2.71	6.30	21.05					
3年目	無窒素区	15	1.45	0.48	2.10	2.18	0.70	1.41	1.57	0.62	2.10	2.16	0.97	3.04	3.31	4.26	7.31	13.92					
		30	1.50	0.50	1.85	2.15	0.68	1.25	1.69	0.61	1.88	2.17	0.94	2.81	8.19	5.83	5.83	16.72					
		50	1.42	0.54	1.67	2.24	0.72	0.77	1.88	0.67	1.80	2.33	0.97	2.30	12.10	6.79	3.20	16.20					
		90	1.57	0.52	1.51	2.43	0.74	0.53	1.87	0.66	1.70	2.43	0.98	2.26	17.19	6.57	1.73	17.68					
	窒素 2.25kg区	15	1.45	0.50	1.92	2.22	0.69	0.87	1.80	0.71	2.16	2.36	0.94	2.44	4.44	5.60	3.82	11.11					
		30	1.43	0.56	1.70	2.49	0.67	0.79	1.89	0.69	1.90	2.27	0.92	2.92	9.37	4.29	5.29	15.87					
		50	1.57	0.58	1.45	2.51	0.66	0.57	1.85	0.71	1.86	2.48	0.91	2.16	11.34	3.80	6.44	15.96					
		90	1.22	0.52	1.55	2.42	0.65	0.52	1.87	0.72	1.50	2.39	0.94	2.00	20.65	0.19	5.02	11.78					
	窒素 4.5kg区	15	1.50	0.59	1.98	2.13	0.66	0.85	1.69	0.69	2.02	2.31	0.92	3.28	10.07	3.87	5.37	17.42					
		30	1.49	0.55	1.63	2.45	0.65	0.86	1.77	0.70	1.82	2.27	0.97	3.36	12.56	3.09	6.07	16.65					
		50	1.77	0.56	1.33	2.48	0.70	0.73	1.87	0.68	1.82	2.45	0.98	2.08	22.25	3.43	8.81	21.51					
		90	1.51	0.57	1.17	3.67	0.68	0.64	1.79	0.70	1.62	2.51	0.97	1.86	18.24	0.30	7.10	15.33					

年次	窒素施用区分	水位 cm	含有率(乾物%)												10アール当たり吸収量(kg)				
			1 番 草						2 番 草						N		P ₂ O ₅	K ₂ O	
			イネ科			マメ科			イネ科			マメ科			イネ科	マメ科			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O					
三年目	窒素 9.0kg区	15	1.71	0.58	1.62	2.81	0.66	0.88	1.80	0.66	1.82	2.30	0.96	2.86	11.61	3.39	6.14	17.28	
		30	1.77	0.62	1.51	2.66	0.69	0.89	1.83	0.65	1.88	2.37	0.92	3.18	17.11	2.52	7.00	19.26	
		50	1.60	0.60	1.25	2.78	0.68	0.51	1.98	0.65	1.70	2.56	0.96	1.70	22.13	0.13	7.84	18.21	
		90	1.50	0.61	1.06	2.71	0.71	0.41	1.83	0.69	1.56	2.45	0.95	1.66	18.56	0.08	7.32	14.37	
	無窒素区	15	1.71	0.65	3.04	3.48	0.84	4.20	2.06	0.49	2.51	2.97	0.71	4.03	10.62	12.24	13.22	31.00	
		30	1.66	0.45	2.46	3.37	0.76	2.68	1.90	0.52	2.40	3.97	0.79	3.85	9.51	10.23	8.73	19.72	
		50	1.71	0.54	2.15	3.49	0.80	2.52	2.14	0.52	2.45	4.13	0.88	3.49	13.96	7.56	8.31	19.61	
		90	1.85	0.58	2.26	3.20	0.73	2.46	1.94	0.55	2.14	4.07	0.85	3.84	12.77	7.68	8.88	21.20	
	四年目	窒素2.25kg区	15	1.80	0.55	2.14	3.76	0.83	2.68	2.12	0.49	2.40	2.88	0.65	3.93	9.77	11.73	8.16	18.77
			30	1.77	0.50	2.10	3.53	0.76	2.02	2.01	0.50	2.08	4.06	0.75	3.13	10.86	7.85	6.80	17.87
			50	1.71	0.51	2.08	3.43	0.74	2.13	2.15	0.58	2.08	3.88	0.73	2.76	16.82	4.49	9.54	20.71
			90	1.83	0.69	2.23	3.26	0.72	2.25	2.08	0.54	2.14	3.94	0.87	2.45	13.41	3.23	8.33	20.80
窒素 4.5kg区		15	1.83	0.49	1.90	3.96	0.82	2.46	2.09	0.51	2.40	2.97	0.63	3.45	12.51	5.72	8.20	20.64	
		30	1.64	0.51	1.84	3.50	0.78	1.76	2.03	0.50	1.80	3.08	0.67	2.60	23.28	6.87	10.41	24.56	
		50	1.96	0.54	1.90	3.35	0.72	1.64	1.98	0.55	1.68	3.77	0.74	2.51	23.19	2.71	11.17	22.76	
		90	1.96	0.67	1.96	3.39	0.71	1.80	2.17	0.58	1.96	3.94	0.84	2.41	16.07	2.08	7.18	18.61	
窒素 9.0kg区		15	1.88	0.51	1.94	3.71	0.80	1.96	2.01	0.45	2.02	3.02	0.65	3.13	19.76	2.42	10.39	22.43	
		30	1.74	0.52	1.84	3.46	0.75	1.60	1.91	0.48	1.80	2.96	0.68	2.45	17.47	1.16	11.69	20.03	
		50	1.86	0.51	1.64	3.28	0.72	1.44	1.82	0.54	1.68	3.71	0.70	1.96	22.06	0.82	10.09	18.68	
		90	1.86	0.61	1.84	3.27	0.69	1.46	2.20	0.59	1.68	3.80	0.82	2.02	17.43	1.32	7.13	15.67	
五年目	無窒素区	15	1.69	0.65	2.64	3.40	0.95	3.06	1.81	1.02	2.64	3.03	1.54	3.38	7.68	6.62	6.15	18.05	
		30	1.56	0.65	2.71	3.57	0.97	2.79	1.85	1.04	2.28	3.39	1.57	2.78	7.77	7.59	6.67	18.59	
		50	1.52	0.66	2.71	3.17	0.91	1.58	1.92	1.00	2.36	3.37	1.22	2.64	12.98	2.32	7.00	20.67	
		90	1.63	0.58	2.54	3.09	0.86	1.62	1.90	0.95	2.28	2.64	1.08	2.38	16.79	1.23	7.76	23.90	
	窒素2.25kg区	15	1.62	0.77	2.53	3.58	0.86	4.29	1.87	1.05	1.98	3.53	1.92	2.54	8.53	9.24	8.78	19.52	
		30	1.67	0.64	2.21	3.43	0.89	3.94	2.07	1.12	1.98	3.47	1.69	2.62	13.67	3.46	7.77	18.55	
		50	1.67	0.57	2.37	3.20	0.99	2.29	2.11	1.00	1.98	3.43	1.35	2.48	14.82	2.82	7.21	19.04	
		90	1.80	0.62	1.96	3.22	0.95	1.58	2.10	1.01	1.72	2.82	1.17	2.28	18.76	1.42	8.49	18.61	
	窒素 4.5kg区	15	1.77	0.73	2.12	3.72	0.95	2.87	1.91	1.02	1.84	3.88	1.66	2.86	16.17	5.28	9.78	21.21	
		30	1.70	0.76	2.04	3.82	0.87	1.43	1.91	1.07	1.70	3.60	1.48	3.04	14.39	3.28	8.53	17.33	
		50	1.82	0.63	1.81	3.45	0.85	1.48	1.96	0.87	1.74	3.75	1.30	2.42	18.46	2.55	8.23	18.71	
		90	1.93	0.64	0.83	3.28	0.85	1.22	2.01	0.82	1.64	—	—	—	22.46	0.30	8.60	15.19	
窒素 9.0kg区	15	1.81	0.71	2.07	3.43	0.80	2.46	1.88	1.03	1.75	3.61	1.99	1.42	15.51	1.60	8.05	16.98		
	30	1.83	0.69	2.04	—	—	—	2.09	1.06	1.80	3.13	1.41	1.92	19.06	0.75	8.96	18.93		
	50	1.97	0.69	1.96	—	—	—	2.17	0.90	1.50	3.07	1.05	1.48	19.05	0.31	7.31	15.84		
	90	2.02	0.75	0.87	—	—	—	2.14	0.88	1.38	—	—	—	18.83	—	7.42	10.44		

試験地は昭和幹線排水溝に隣接して設置したため、泥炭がやゝ乾燥状態に保持されていたので新墾初年度の土壤中には酸化分解に伴う可給態養分などが相当豊富に蓄積され、従って初年目の牧草

の養分含有率は2年目以降における多肥区に匹敵する状況を示した。すなわち初年目イネ科牧草の窒素含有率および10アール当たり吸収量は水位15cmのとき最高値を示し、水位の低下に伴いそ

の値も小さくなっていった。これに対し2年目以降では窒素施用量の少ない場合水位15~30cm区など水位の高い条件下では激しい窒素欠乏症状が見られ、窒素含有率も低かった。しかし窒素9kg区のように窒素肥料が十分供給された場合には初年目と同様に水位の高い区の窒素含有率が水位の低い区にまさることもあった。磷酸含有率は水位の高い区において高い値を示すことが多く、特に生育初期において水位の低い区に磷酸欠乏症状が認められた。しかし収穫時における磷酸含有率の絶対値は窒素、加里に比べ小さく、しかも処理の差による含有率の偏差も少ないものであるため、磷酸含有率に及ぼす水位の影響について顕著な傾向を認めることは難しかった。加里含有率および加里吸収量については、初年目は水位の低下に伴い高くなっていたが、2年目以降では逆に水位とともにその値が低下した。特に3年目以降のマメ科1番牧草においては水位90cmの加里含有率は15cm区の1/2値を示すものもあり、欠乏症による枯渇も認められた。イネ科牧草では特に「水位90cm、

窒素9.0kg区、は欠乏症状が激しく、下葉の大部分が枯死して赤褐色をていしていた。このように水位の低い区に加里欠乏症が強くあらわれたのは、水位の低下に伴い泥炭土壌中の加里溶解量が多くなるためであり、また水位の高い区では水位を保つため pump up している水から補給される加里の影響も無視できない。初年目においてこのような傾向の認め難いのは、新墾地では土壌中の加里が豊富に残存しているからであるが、牧草の加里収容量は一般畑作物の数倍に達するため、たちまち枯渇し欠乏症状が発現することになるのであろう。

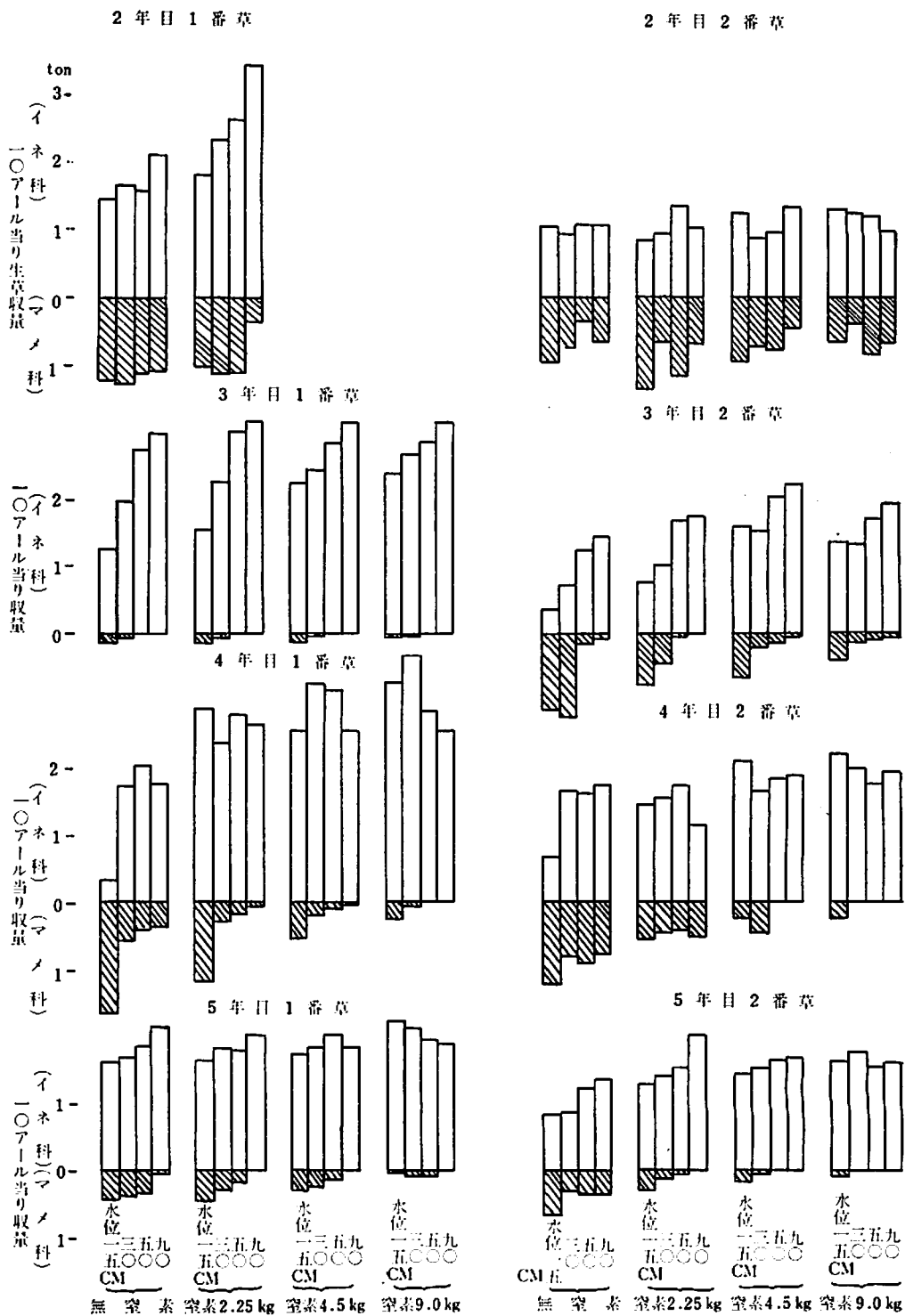
ロ) 採草用牧草 採草用牧草も水位と施肥の影響が同傾向にあらわされたので、説明は簡略にする。第5表には初年目から5年目までの10アール当たり乾草収量(105°CのOven中で乾燥した値)とマメ科牧草の占める割合を、また第4図には2年目から5年目までの10アール当たり生草収量を示した。

第5表 採草用牧草乾草収量ならびにマメ科牧草混生割合

年次	窒素施用区	10アール当たり乾草収量 (kg)								乾草全収量中マメ科牧草の混合割合 (%)							
		1番草				2番草				1番草				2番草			
		水		位		水		位		水		位		水		位	
15cm	30cm	50cm	90cm	15cm	30cm	50cm	90cm	15cm	30cm	50cm	90cm	15cm	30cm	50cm	90cm		
初年目	窒素 1.6kg	235	223	243	203	—	—	—	—	27	27	16	32	—	—	—	—
二年目	無窒素	409	449	422	516	505	422	410	466	36	34	31	26	40	34	19	29
	窒素 2.25kg*	433	531	567	647	535	459	610	473	26	25	20	6	52	32	36	25
	" 4.5kg	—	—	—	—	562	431	455	517	—	—	—	—	34	34	35	18
	" 9.0kg	—	—	—	—	518	517	548	453	—	—	—	—	26	21	34	31
三年目	無窒素	349	499	660	677	324	403	359	376	8	2	0	0	70	53	9	4
	窒素 2.25kg	416	558	692	715	324	338	443	444	6	1	0	0	44	25	1	0
	" 4.5kg	608	606	650	702	518	412	548	573	3	1	0	0	23	9	4	2
	" 9.0kg	639	639	661	724	496	398	508	518	2	1	1	0	14	8	5	3
四年目	無窒素	228	317	371	346	337	545	626	557	71	21	14	12	55	20	25	24
	窒素 2.25kg	465	448	538	549	534	473	597	404	31	6	4	2	19	18	13	25
	" 4.5kg	556	618	629	516	620	522	508	493	13	4	2	1	7	18	0	0
	" 9.0kg	613	708	513	500	615	590	498	372	6	1	0	0	1	0	0	0
五年目	無窒素	314	363	327	468	376	324	432	488	14	10	6	9	36	16	16	14
	窒素 2.25kg	331	331	391	454	452	471	504	618	0	0	0	0	14	5	4	0
	" 4.5kg	408	406	480	422	491	514	532	535	0	0	0	0	9	3	0	0
	" 9.0kg	405	445	527	359	520	588	491	487	1	0	0	0	2	0	0	0

* 2年目1番草のみ窒素施用量は 2.45kg

第4図 採草用牧草生草収量 (ton/10アール)



2年目1番草

2年目2番草

3年目1番草

3年目2番草

4年目1番草

4年目2番草

5年目1番草

5年目2番草

無窒素 窒素2.25 kg 窒素4.5 kg 窒素9.0 kg

無窒素 窒素2.25 kg 窒素4.5 kg 窒素9.0 kg

イネ科牧草(チモシー)の収量は初年目では水位の高い区がまさった。2年目以降からは窒素施用量の少ない場合高水位区(特に水位15cmと30cm区)は窒素欠乏状態におちいり葉色黄化し、収量は水位の低下に伴い増加した。また、窒素多用の場合高水位区の収量が低水位区(水位90cm区)を凌駕するものもあった。このような結果は放牧用牧草の場合と同様の理由によるもので、特に1番草において顕著な傾向が現われた。これはチモシーが長日性植物であって春季から初夏にかけて伸長が最も速かであるためと思う。

マメ科牧草は赤クロバーとアルサイクロバーが特に1番草において生育おう盛であり(再生力が弱いので2番草収量は劣る)、これと対称的な性質を有する赤クロバーと組み合わせることにより、マメ科牧草の収量を上げうると考えたからである。しかし泥炭地におけるアルサイクロバーの寿命は意外に短く、3年目でほとんど絶滅し、赤クロバーのみ残存していた。第6表に初年目と2年目における赤クロバーとアルサイクロバーの生草収量ならびにマメ科牧草全収量中アルサイクロバーの占める割合を示した。

第6表 赤クロバーとアルサイクロバーの10アール当たり生草収量(kg)とアルサイクロバーの混生比率(%)

年次	窒素施用量 (10アール当たり)	水位 15cm			水位 30cm			水位 50cm			水位 90cm		
		赤クロバー	アルサイクロバー	同左混生比率	赤クロバー	アルサイクロバー	同左混生比率	赤クロバー	アルサイクロバー	同左混生比率	赤クロバー	アルサイクロバー	同左混生比率
初年目	窒素 1.6kg	79	366	82	100	299	75	95	174	65	350	100	22
2年目 1番草	無窒素	441	803	65	494	801	62	654	530	45	662	505	43
	窒素 2.45kg	352	673	66	647	533	45	375	628	63	203	122	38
2年目 2番草	無窒素	874	54	6	718	20	3	353	38	10	527	169	24
	窒素 2.25kg	1,272	77	6	539	73	12	1,103	27	2	573	42	7

また赤クロバー類は2年目に最高収量に達した後急激に減収するが、特に窒素が多給された場合消滅が著しい。従って水位の低い(窒素の天然供給量が多い)場合にも急激に減収したが、赤クロバーはラデノクロバーよりも乾燥地を好むので、水位の最も低かった90cm区でも無窒素のときには

若干残存していた。

窒素、磷酸、加里の10アール当たり年間吸収量を第7表として掲げた(このうち2年目2番草窒素2.25kg, 4.5kg, 9.0kgの3区には1番草窒素2.45kg区の吸収量を加算した)。

第7表 採草用牧草の窒素、磷酸、加里10アール当たり年間吸収量(kg)

年次	窒素施用量	水位 15cm				水位 30cm				水位 50cm				水位 90cm			
		N		P ₂ O ₅	K ₂ O	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
		イネ科	マメ科			イネ科	マメ科			イネ科	マメ科			イネ科	マメ科		
初年目	窒素 1.6kg	2.37	1.20	1.88	6.14	2.05	1.10	5.88	5.88	2.30	0.68	1.90	6.51	1.65	1.40	1.65	5.87
2年目	無窒素	8.54	8.94	3.95	17.26	9.32	8.25	4.06	16.28	11.20	5.76	3.72	16.42	14.28	7.46	3.96	21.09
	窒素2.25kg	10.47	10.27	4.30	19.78	13.95	7.71	4.28	19.74	16.77	9.15	5.08	25.61	20.00	4.29	5.04	23.32
	" 4.5kg	12.37	7.89	4.36	19.49	13.69	7.51	4.04	18.47	15.39	7.65	4.42	20.01	21.28	3.43	4.91	23.22
	" 9.0kg	13.70	6.78	4.04	17.96	16.50	6.84	4.24	20.43	16.37	8.00	4.63	21.79	19.39	4.27	4.54	21.58

年次	窒素施用量	水位 15cm				水位 30cm				水位 50cm				水位 90cm			
		N		P ₂ O ₅	K ₂ O	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
		イネ科	マメ科			イネ科	マメ科			イネ科	マメ科			イネ科	マメ科		
三年目	無窒素	5.45	5.15	4.99	14.47	9.63	4.23	6.15	19.15	11.85	6.56	8.19	25.61	14.84	3.21	7.41	20.47
	窒素2.25kg	7.87	3.22	4.72	15.26	11.31	1.89	5.78	15.97	17.47	1.30	7.49	17.56	17.36	0.08	9.29	20.55
	" 4.5kg	14.27	2.48	7.03	23.39	14.01	0.81	6.16	21.06	17.99	1.20	7.20	23.00	19.61	0.75	7.80	25.00
	" 9.0kg	15.06	1.59	6.81	23.71	14.34	0.82	6.48	18.83	17.76	0.61	7.35	25.78	19.91	0.35	7.88	25.01
四年目	無窒素	4.39	8.43	3.57	16.09	10.92	4.72	5.16	20.51	13.45	4.51	6.23	24.93	12.81	3.91	5.12	20.79
	窒素2.25kg	12.56	6.79	5.93	28.29	13.92	2.54	5.19	21.18	17.53	2.12	7.21	25.36	16.34	2.31	5.59	19.79
	" 4.5kg	17.13	3.06	6.23	27.42	18.95	1.63	6.69	26.04	20.84	0.32	6.78	26.13	19.59	0.13	5.89	20.05
	" 9.0kg	22.73	1.98	6.63	32.94	23.47	0.18	7.31	25.99	19.86	—	6.48	19.94	17.06	—	5.01	16.45
五年目	無窒素	8.02	3.66	5.73	15.82	12.03	1.29	6.57	14.71	14.33	0.86	7.54	15.39	16.47	0.24	7.27	15.27
	窒素2.25kg	9.33	2.06	5.74	12.46	13.33	0.53	7.02	13.34	16.15	0.31	7.28	13.64	18.25	—	8.35	14.01
	" 4.5kg	11.19	2.74	6.71	12.65	16.02	0.42	7.79	13.37	18.16	0.42	7.91	13.47	18.67	—	7.74	12.46
	" 9.0kg	15.07	2.38	8.23	15.27	19.35	—	9.43	14.60	18.67	—	7.92	13.03	16.93	—	7.05	10.93

窒素吸収量のうちイネ科牧草無窒素の場合は水位の低下に伴い増加著しく水位 15 cm 区の 2~3 倍に達していた。しかし窒素肥料を多用すると水位 15 cm 区でも窒素吸収量が増し低水位区との差が小さくなる。すなわち水位の高い場合は窒素天然供給量は少ないが、窒素肥料利用率が高く、年次の経過とともにこの傾向が著しくなる。第 8 表に窒素肥料利用率を示した。

第 8 表 採草用イネ科牧草窒素肥料利用率 (%)

年次	窒素施用区	水 位			
		15cm	30cm	50cm	90cm
二年目	窒素2.25kg	41	99	119	122
	" 4.5kg	55	63	60	101
	" 9.0kg	45	63	45	45
三年目	窒素2.25kg	54	37	125	45
	" 4.5kg	98	49	68	53
	" 9.0kg	53	26	33	24
四年目	窒素2.25kg	182	67	91	78
	" 4.5kg	142	89	82	75
	" 9.0kg	102	70	36	24
五年目	窒素2.25kg	58	46	81	79
	" 4.5kg	68	89	85	49
	" 9.0kg	78	81	48	5

磷酸含有率は水位が高くなるとわずかに高い値を示すことが多いが、逆になる場合もあって確実な傾向はつかみ難かった。磷酸吸収量は 10 アール当たりおよそ 4 kg であって、まれに 9 kg に達するものもあったが、窒素や加里に比べると絶対量は著しく低い。

加里含有率は初年目に高く次年目から急に低下した。特に水位の低い場合に著しかった。10 アール当たり吸収量は年間 20 kg を越えるものも珍らしくないが、一般に水位の低下に伴い増収していたので (特に窒素施用量の少ない場合) 加里吸収量も水位の低下に伴い多くなっていた。

ハ) 主要牧草単播 イネ科牧草 5 種のうち播種後 4 カ年間常に安定して高い収量を保ったのはチモシーで、これにつぐものはオーチャードグラスであった。メドーフエスクとペレニアルライグラスは冬枯れより損傷し 1 番草の収量が低く 2 番草になって漸く回復した。1 年生牧草のイタリアンライグラスは毎年播種し直したのであるが、前年度地上に落ちた種子から発芽するものも若干みられた。

水位の収量に及ぼす影響を見ると、チモシーでは初年目は高水位の場合収量が高くなっていたが 2 年目以降は水位 50 cm もしくは 30 cm のとき最高収量を示した。オーチャードグラスはこれより

第 9 表 主要牧草単播の場合の107ール当たり収量 (kg)

年 度	水位区別	チモン		オーチャード グラス		メド フェスク		ベレニア グ ラス		イタリ ア ン ラ イ グ ラス		赤クロバ ー		マンモス クロバ ー		アルサイ ク ク ロ バ ー		ラデノ ク ロ バ ー	
		生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重	生草 重	乾重
初 年 目	15cm区	1,290	223	2,340	360	720	117	1,230	172	1,830	297	1,200	155	990	129	480	64	683	62
	30cm区	1,290	223	1,320	203	750	122	1,260	176	1,860	302	930	120	690	88	510	68	690	68
	50cm区	1,020	176	1,260	194	420	68	1,740	244	2,730	443	810	105	390	50	270	36	660	65
	90cm区	900	155	680	105	390	63	660	92	1,620	263	450	58	270	35	660	88	660	65
二 番 草 目	15cm区	2,100	351	1,500	272	1,650	325	750	146	—	—	2,400	281	3,250	377	2,000	226	1,500	147
	30cm区	2,575	430	1,450	266	1,875	347	1,600	301	—	—	2,500	283	2,200	268	2,300	253	1,050	110
	50cm区	3,125	522	2,450	439	2,450	455	1,850	339	—	—	2,750	311	2,900	441	2,000	218	1,900	217
	90cm区	2,650	436	2,350	464	2,510	464	1,550	270	—	—	3,300	370	2,450	277	2,725	278	2,250	243
三 番 草 目	15cm区	1,525	497	1,250	301	1,675	446	1,600	434	1,600	405	1,415	347	1,710	368	2,800	532	2,340	374
	30cm区	2,300	734	2,075	498	1,300	350	1,425	395	1,800	450	1,625	384	1,550	324	1,750	324	2,950	468
	50cm区	1,700	515	2,100	496	1,425	380	2,525	646	1,750	436	1,625	366	1,250	260	2,225	409	1,500	233
	90cm区	2,000	592	2,575	595	1,600	421	2,100	529	2,175	529	1,525	345	1,300	271	2,225	407	1,200	176
四 番 草 目	15cm区	2,675	610	670	144	605	124	400	100	—	—	1,475	273	1,425	221	675	123	800	125
	30cm区	2,910	684	725	166	1,175	247	650	155	—	—	1,300	242	1,225	230	650	118	825	128
	50cm区	2,300	564	1,375	281	1,600	348	850	211	—	—	1,225	243	1,250	235	1,250	230	1,425	234
	90cm区	2,150	537	1,575	242	1,825	430	1,350	334	—	—	1,225	250	2,150	359	1,375	251	1,265	206
五 番 草 目	15cm区	428	125	850	202	765	183	0	0	1,470	398	165	32	330	72	260	48	338	58
	30cm区	1,150	343	1,000	236	850	221	625	163	1,700	415	390	77	924	176	1,525	278	1,050	173
	50cm区	1,250	352	1,400	358	950	252	1,350	342	1,950	572	560	113	1,020	200	210	33	1,450	242
	90cm区	1,200	358	2,000	522	850	227	1,200	316	2,030	625	525	106	1,400	275	405	74	315	55
六 番 草 目	15cm区	2,542	483	2,000	399	1,169	216	1,508	284	2,500	430	1,343	188	1,741	278	3,555	523	1,102	143
	30cm区	2,548	483	1,518	299	2,125	293	1,414	258	1,575	271	1,495	224	1,863	291	2,388	351	1,677	212
	50cm区	2,925	555	3,088	608	2,115	391	1,950	264	2,390	420	1,058	159	1,843	287	1,705	251	1,552	202
	90cm区	1,755	334	1,568	309	2,041	379	1,620	295	1,615	283	1,627	244	1,743	272	1,800	264	1,147	149
七 番 草 目	15cm区	2,375	—	975	—	1,400	—	1,575	—	1,885	—	1,332	208	1,769	272	976	148	1,848	240
	30cm区	1,775	—	1,220	—	1,045	—	900	—	1,050	—	1,230	192	810	128	884	127	1,420	184
	50cm区	1,500	—	2,160	—	1,825	—	1,815	—	1,945	—	1,159	181	1,539	243	608	92	1,188	153
	90cm区	1,850	—	1,440	—	1,510	—	1,625	—	0	—	1,033	161	1,652	261	400	61	450	58

も水位が低くて窒素の天然供給量が多い場合に高収量を挙げた(オーチャードグラスはチモンよりも窒素肥料を多く要する)。2年目以降におけるメドフェスク、ベレニアルライグラスおよびイタリアンライグラスは水位 50 cm のとき最高値を示し水位 90 cm 区よりもよく生育していた。

マメ科牧草のうち初年目において収量の高かったのは赤クロバであるが、アルサイククロバ、ラデノクロバはやはり劣った。赤クロバ、マンモスクロバ、アルサイククロバは2年目

に最高収量を示し、その後漸減したが、ラデノクロバはかえって増加した。水位との関連を見ると初年目は水位の高い方で増収し、2～3年目は水位の低いとき、また4年目では再び水位の高い場合に収量がまさった。特にラデノクロバは匍匐茎により着根増殖するので土壤表面が乾燥している水位 90 cm では収量が極端に劣るようになった。

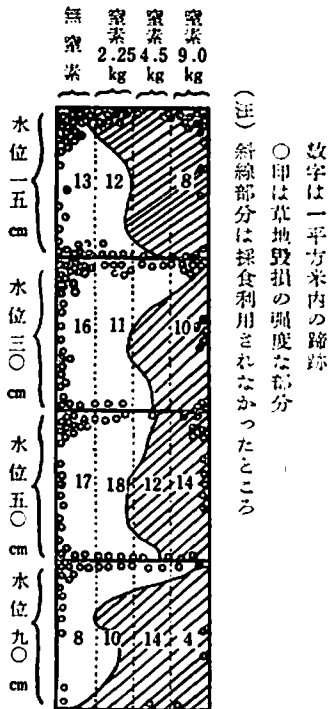
B 放牧に伴う蹄踏傷深度

放牧用牧草地に実際に乳牛を放牧蹄踏傷深度と

採食利用の概況を測定*した。調査実施は昭和35年(挿種後3年目)7月5日~6日で、ラデノクロパーは自然草高23cm、イネ科は70cmに達しており伸長過度で放牧適期を失っていた。供用した乳牛は4頭、付近農家より借用したもので、うち2頭は7才と8才で生体重670kg。ほかの2頭は3才と4才で570kgと620kg;いずれも妊娠8カ月に産乳していなかった。

各水位ごとに牧柵をめぐらし、各柵区内2頭で延放牧時間600分ずつとしたが、各柵区は窒素施肥量を異にする更に小さな4区を包含している。このうち窒素施肥量の少ない区ではラデノクロパーが優占し、窒素多用区ではイネ科牧草は適期を逸し栄養ならびに嗜好性が低下していた。従って1柵区内においても場所によって採食量ならびに蹄傷率が異なった。この状況を第5図に示した。また第10表には水位を異にした各区の蹄踏傷深度、第11表には日中活動状況を掲げた。

第5図 採食状況図



第10表 蹄踏傷深度と蹄損数

水位区分	蹄踏傷深度(括弧内は最高深度)cm				平均値	蹄損数 (500m ² あたり)
	無窒素区	窒素少量区	窒素多量区	窒素多量区		
水位15cm	10.3(29)	10.5(36)	8.3(41)	9.7	5,500	
" 30cm	12.4(20)	11.4(24)	11.8(24)	11.8	6,250	
" 50cm	9.8(18)	7.3(14)	8.2(15)	8.4	7,625	
" 90cm	6.8(15)	5.2(10)	6.2(10)	6.1	4,575	

第11表 日中活動

水位区分	延調査時間 (分)	内 訳 (%)			
		休息	歩行	採食	反芻
水位15cm	573.5	33.0	2.6	50.7	13.7
" 30cm	576.0	40.8	2.4	42.2	14.6
" 50cm	545.0	21.7	7.6	32.5	38.2
" 90cm	629.0	16.4	9.4	33.9	40.3

水位のいかんを問わず放牧による蹄踏傷の著しいのは無窒素区であった。無窒素の場合はクロパーの混生率が高く嗜好に適したため、主にこの付近に立佇採食したためと思う。その上ラデノクロパーのような軟弱な短草が多かったので、蹄を支持する力が弱く陥没しやすかったことによる。これに対し窒素多用の場合はイネ科牧草が優占しており、しかも今回のように放牧適期を失って草丈が高くなってしまったものはあまり採食されず、いたずらに蹄倒伏されて蹄を敷いたような状況になり蹄没を防いだ。このような傾向は水位が低く、イネ科牧草が優勢となるに従い顕著となっていたが、これは今回の放牧がイネ科牧草の利用適期を失し、嗜好性の下った状態にあったからで、このため水位50および90cm区における乳牛の日中活動を観察すると採食することなく歩き廻っている時間が多く、イネ科牧草が一層激しく蹄踏による倒伏を受けた。

以上のように泥炭地では水位を上げることにより土壌が軟湿になって家畜の蹄が深くぬかり円滑な運動を欠くと同時に、牧草も損傷を受ける。水位15~30cmでは長期間の放牧により不都合を生ずるのではないかと予想された。水位が50cmよりも低い場合は若干の蹄踏傷を伴うが実用的にはさしつかえのないものと見なしう(鉋路泥炭地は

* 調査は根室支場藤田保技師が担当した。

火山灰を挟在しているので放牧の踏踏に耐えうるものと思う)。

C 普通作物についての栽培試験

イ) 主要作物適合性比較

根釧地方において広く栽培されている代表的作物として燕麦, デントコーン, 馬鈴薯, 甜菜, ルタバガの5作物を選定した。耕種法は次のとおりであった。

第12表 耕種概観

作物名	品 種	播種量 10アール 当たり	播 種 法 (畦幅×株間)	播 種 日	施肥量(10アール当たり)kg				収穫日
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	炭酸 石灰	
燕 麦	大 洋	7.5kg	条播(幅50cm)	昭34. 5月24日 昭35. 5月15日	2.1	10.6	5.9	800	8月31日 "
ルタバガ	グリーントップ	10ℓ	点播(50cm×45cm)	昭34. 5月24日	3.8	15.1	5.9	"	10月7日
馬 鈴 薯	馬鈴薯農林1号	170kg	点播(75cm×45cm)	"	3.8	15.1	5.9	"	10月7日
デントコーン	イ エ ロ ー	6 kg	点播(70cm×30cm)	昭35. 5月15日	6.5	7.5	7.5	"	10月7日
甜 菜	デトロイト	2 kg	点播(50cm×45cm)	"	10.8	23.4	9.0	1,400	10月7日

燕麦 釧路地方は夏期濃霧の襲来があり寡照多湿であるため、麦類は徒長倒伏しやすかったが、更に泥炭地は土壤輕鬆でこの傾向が著しい。中でも水位90cm区は初期生育迅速で草丈も高く、すでに7月中旬に倒伏し、収穫時にはかえって減収した。また水位15cm区では茎葉黄化し窒素欠乏症をあらわし草丈収量ともに低かった。従って収量の最も高かったのは水位30cmもしくは50cm区で(根釧地方火山灰地における燕麦の平均収量は250kg程度であるから、泥炭地においては、火山灰地にやままさる収量が得られたといえる)あった。各区の草丈ならびに収量(乾重)を第13表に掲げた。

第13表 燕麦の草丈と収量

水位区分	開 墾 当 年			次 年 度		
	草丈 (cm)	10アール当 り乾量 (kg)		草丈 (cm)	10アール当 り乾重 (kg)	
		稈重	子実重		稈重	子実重
水位15cm	110	272	212	113	248	230
" 30cm	122	401	286	118	407	300
" 50cm	125	511	293	125	462	212
" 90cm	118	271	275	123	444	228

ルタバガ 茎葉の繁茂は水位50cm区が最良で15cm区が最も劣った。根の肥大も各区大差なかったのであるが、水位30~50cm区に白腐病発生し25~40%も腐敗溶失してしまった。従って根の収量は水位90cmについて15cmが高い値を示

したが、補正収量(欠株を補正して計算しなおしたもの)では各区大差なく、いずれも根釧地方火山灰地に遜色ない収量を得た(火山灰地の平均収量は10アール当たり4,000kg程度である)。各区の収量は第14表に示したとおりであった。

第14表 ルタバガの収量(10アール当たり)

水位区分	草丈 cm	葉数 枚	茎 数 kg	根 重 kg	欠株 %	補正* 収量 kg
水位15cm	47	12	1,020	3,912	14.0	4,548
" 30cm	51	14	1,507	2,547	41.2	4,328
" 50cm	54	15	1,698	3,460	25.0	4,613
" 90cm	53	15	1,571	4,581	9.1	5,035

* 腐敗欠株した分を補正した場合の収量

馬鈴薯 水位15cm区は初期には生育が劣り茎葉塊茎重が小さかったが、遅くまで緑葉を保ち塊茎肥大が続いたので、水位の低い区よりも大きな薯がとれた。第15表に茎葉と塊茎重の推移を掲げたが、このうち塊茎別の項では各区の小薯と屑薯収量に大差が見られず、中薯収量の差のみ認められたが、これは水位の低い区において塊茎肥大が途中で停滞したことを示すものである。馬鈴薯は過湿に伴い疫病等にかかりやすいが、これを薬剤防除で完全に抑えたことと、水位が年中ほぼ一定に保たれ塊茎の水没腐敗するようなことがなかったためであろう(水位15cm区では地下水面から塊茎まで約10cmであった)。

第15表 茎葉および塊茎重の推移

水位区分	茎葉収量(生草)				塊茎収量				塊茎別*		
	8月7日	8月31日	9月12日	10月7日	8月7日	8月31日	9月12日	10月7日	中	小	屑
	水位15cm	560	1,324	1,087	274	273	1,962	1,665	1,821	361	946
" 30cm	805	1,215	919	270	427	1,579	1,698	1,733	277	906	550
" 50cm	898	1,263	954	280	463	1,369	1,650	1,608	116	917	575
" 90cm	726	1,167	874	283	201	1,796	1,633	1,619	132	1,006	511

* 1コ薯重 150~75gは中, ~25gは小, 25g>屑

デントコーン デントコーンはチモシー、オーチャードなどととも窒素肥料の多寡による影響が、葉色や収量に敏感に発現する作物と見なされており、今回の試験においても水位15cm区では葉色黄化し、草丈も他区より50~100cmも低く収量ならびに着包数が劣った。この泥炭地には多くの野鼠が棲息し発芽直後の芽を引き抜いて喰い甚大な被害(欠株)を受けた。第13表に草丈ならびに10アール収量を掲げたが、このうち水位90cm区では野鼠の害による欠株のほか土壤が乾燥しているため発芽不良におちいったものも多く欠株率が高かったのであり、また水位15cm区では土壤湿潤で雑草が繁茂し、その上地温が低冷で窒素欠乏のため伸長が遅れたデントコーンの若芽が抑圧せられ欠株が多くなった。これらの欠株を補正して修正風乾収量を出したが、いずれにしても水位30~50cm区の収量が最高であった。

第16表 デントコーンの草丈と収量

(kg/10アール)

水位区分	草丈 cm	生草重 kg	風乾重 kg	欠株歩合 kg	修正風乾 重 kg
水位15cm	208	1,455	990	47.5	1,885
" 30cm	291	3,799	2,630	28.0	3,652
" 50cm	312	4,180	2,738	24.8	3,610
" 90cm	269	2,494	1,677	52.0	2,494

甜菜 新銀泥炭地に甜菜を栽培することは種々の点で困難を伴う。まず泥炭は一般に強酸性であり、しかも緩衝能が大きいのでこれを短期間に甜菜栽培に適切と考えられるpHに矯正するのは難しいものである。また甜菜は深根性の作物で、しかも土塊や板状構造があると分岐(いわゆるタコ足ビート)する。泥炭は板状構造をとる典型的な土壤であり、繊維塊が水平に発達しているので、細断する必要がある。今回は比較的小面積であったのでスコップを用い人力で粉碎し、同時に矯正用石灰の攪拌混和をはかったが、なお不十分で一般熟地地のビートに比べると分岐根が多かった。頸葉と根の生育が最も良好であったのは水位30cm区であって、これにつき水位50cmの収量が良好であり、従って冠水のおそれのない限りこの程度の水位が適切であろうと思われた。

ロ) 普通作物の生育に及ぼす水位の影響

牧草の生育に及ぼす水位の影響については前述のとおりであり、従来考えられていた水位よりもむしろ高い方が良好な結果をもたらした。普通作物に関する従来の試験成績では排水溝を深くし水位をできる限り下げべきであるとの結論が多かった。これは窒素施用量を控えた条件での結果にもとづいており、水位の低下に伴う酸化分解による無機化窒素の増加を考慮した試験はなかった。

第17表 甜菜の収量

水位区分	草丈	葉数 (枚/株)	根周 (cm)	根長 (cm)	分岐本数 (本)	地上部茎葉重(根重) (kg/10アール)(kg/10アール)	糖分 (%)	欠株割合 %	
水位15cm	49.9	25.4	27.6	11.5	4.7	2,981	1,512	19.17	0.85
" 30cm	60.1	32.5	32.7	15.3	2.8	3,262	2,125	18.45	0.65
" 50cm	61.1	38.9	32.3	14.8	2.9	2,672	1,850	17.94	0.85
" 90cm	61.0	34.8	25.4	12.3	2.5	1,886	1,316	17.46	1.00

第 18 表 水位および窒素施用量を異にした場合の燕麦収量（乾重）と
養分含有率ならびに吸収量

水位区分	7月24日調査				収穫時の調査(8月21日)									
	10アール 当たり 収量 (kg)	含有率(乾物%)			草丈 cm	10アール 当たり 収量 (kg)			茎稈含有率 (乾物%)			10アール 当たり 吸収量 (kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		茎稈	子実	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
水位 15cm	無窒素区	97	1.52	0.70	4.05	57	80	60	0.84	0.56	2.94	2.01	1.20	3.33
	窒素 0.5kg区	131	1.84	0.77	3.83	86	140	60	0.88	0.60	3.14	2.48	1.54	5.08
	" 1kg区	254	1.97	0.79	4.08	105	240	70	0.83	0.58	3.39	2.45	2.21	8.94
	" 2kg区	302	2.01	0.76	3.94	106	260	90	0.98	0.64	2.99	4.42	2.71	8.80
水位 30cm	無窒素区	269	1.63	0.70	3.83	99	220	80	0.82	0.58	2.94	3.46	2.22	7.61
	窒素 0.5kg区	302	1.98	0.72	3.89	102	230	130	0.86	0.54	2.84	4.68	2.76	8.01
	" 1kg区	344	2.22	0.72	3.61	111	290	110	1.08	0.59	2.76	5.42	2.90	9.25
	" 2kg区	361	2.19	0.76	3.93	114	330	160	0.91	0.57	2.64	6.33	3.75	10.53
水位 50cm	無窒素区	408	2.07	0.68	4.18	102	360	210	1.13	0.48	2.95	8.34	4.19	13.01
	窒素 0.5kg区	437	2.39	0.71	3.72	114	340	170	1.27	0.45	2.87	7.86	3.52	11.70
	" 1kg区	438	2.47	0.69	4.15	112	370	180	1.45	0.41	2.95	9.11	3.63	12.96
	" 2kg区	448	2.81	0.72	3.65	115	420	140	1.59	0.43	2.66	9.59	3.45	12.77
水位 90cm	無窒素区	434	2.38	0.61	4.18	109	380	200	1.18	0.45	2.91	8.64	3.05	13.33
	窒素 0.5kg区	427	2.59	0.65	3.72	115	390	110	1.51	0.44	2.74	8.18	3.01	11.94
	" 1kg区	455	2.81	0.67	3.28	120	410	130	1.54	0.47	2.67	9.01	3.45	12.43
	" 2kg区	468	2.75	0.69	3.31	122	400	160	1.48	0.45	2.54	9.25	3.67	11.98

第 19 表 水位および窒素施用量を異にした場合のデントコーン収量と
養分含有率ならびに吸収量

水位区分	草丈 cm	10アール 当たり 吸収量 (kg)		含有率(乾物%)			10アール 当たり 吸収量(kg)			
		生草	乾物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
水位15cm	無窒素区	158	1,060	192	1.05	1.07	2.24	2.02	2.05	4.30
	窒素 1kg区	180	1,460	278	1.17	1.04	2.08	3.25	2.89	5.78
	" 2kg区	175	1,990	414	1.15	0.95	1.90	4.76	3.93	7.87
	" 4kg区	180	1,640	358	1.32	0.93	1.64	4.73	3.33	5.87
水位30cm	無窒素区	160	1,160	246	1.17	1.03	2.16	2.88	2.56	5.31
	窒素 1kg区	175	1,420	278	1.28	1.09	2.24	3.56	3.03	6.23
	" 2kg区	174	2,140	424	1.32	0.88	1.90	5.60	3.73	8.05
	" 4kg区	213	2,220	484	1.40	0.93	1.96	6.78	4.50	9.49
水位50cm	無窒素区	252	2,520	535	1.05	0.94	2.12	5.62	5.03	11.34
	窒素 1kg区	230	2,650	613	1.28	0.94	1.96	7.85	5.76	12.01
	" 2kg区	230	3,420	847	1.30	0.91	1.64	11.01	7.71	13.89
	" 4kg区	252	3,610	885	1.28	0.85	1.50	11.33	7.52	13.28
水位90cm	無窒素区	243	2,920	648	1.15	0.94	1.96	7.45	6.09	12.70
	窒素 1kg区	237	3,270	736	1.28	0.94	1.90	9.42	6.92	13.98
	" 2kg区	257	3,760	905	1.28	0.85	1.64	11.57	7.69	14.84
	" 4kg区	275	3,560	850	1.32	0.85	1.42	11.22	7.23	12.07

今回この手段の1つとして牧草の場合と同様水位を調節した区に窒素用量試験を加味することによりこの点の検討を試みた。供試作物は燕麦(ピクトリー1号)とデントコーン(エロー種)で耕種概要は下記のとおりである。

燕麦； 播種は昭和37年5月16日、収穫は8月21日、施肥量のうち窒素は0, 0.5, 1, 2 kg/10アールの4段階、磷酸は10 kg, 加里は4 kg, 6月25日に中間調査を実施。

デントコーン； 播種日は5月16日、収穫は10月2日、施肥量のうち窒素は1, 2, 4 kg/10アールの4段階、磷酸は12 kg, 加里は6 kg 各区共通。

水位区分 15, 30, 50, 90 cm の4段階でこの中を更に窒素施肥量4段階に分けた。燕麦とデントコーンの収量および、窒素、磷酸、加里含有量ならびに吸収量は第18, 19表に掲げたとおりである。ただし燕麦子実の含有率は各区大差がなかったので記載を省略した。

燕麦もデントコーンの生育も水位50 cmを境にして著しい相異が見られた。すなわち水位15～30 cm区では窒素を相当多用した区においてさえ欠乏症状が認められ、その生育は水位50 cm以下とした区の無窒素区に及ばなかった。このように前項に示した成績よりも窒素欠乏が顕著にあらわれたのは供試圃場が開墾後4年目で窒素の天然供給量が低下していたことによるものであろう。また施用した窒素肥料の一部が脱窒逸散していることにも原因があり、特に水位15 cm区では春から初夏にかけてこの傾向が著しかった。水位50～90 cm区では葉色濃緑で生育迅速であったが、燕麦は収穫直前のわかな降雨に無窒素区を含め全部倒伏したため、茎稈収量は多くとも子実収量は水位30 cm区に劣るものもあった。

窒素含有率ならびに窒素吸収量についても水位50 cmを境にして大差が見られた。すなわち窒素含有率と吸収量は窒素施肥量によっても相当大きな差を生じたが、水位の差に伴う影響の方が著し

かった。ただし水位15 cmと30 cm区間および50 cmと90 cm区間には大差がなく50 cmを境にする区間の差が大きかった。

磷酸と加里は窒素に比べると含有率および吸収量の区間差が小さい。すなわち水位の低い区では含有率がやゝ劣り、特に水位90 cm区の一部に軽い加里欠乏症状を認めたが生育障害をもたらすまでにいたらなかった。しかし水位50 cm以下の区は収量が高いので磷酸と加里の吸収量は高い値を示していた。

以上のように開墾後数年経たぬ泥炭地における普通作物の生育は、一般に牧草よりもやゝ低い水位において良好であり、このような水位と窒素施肥量との関連は牧草の場合の傾向と同様であった。

D 泥炭土壌の理化学性の変遷

泥炭は分解を受けやすい有機物から構成されているので、鉱物質土壌に比べ理化学的特質の変化が大きい。先述の牧草畑の開墾後5年間にわたる水位調整に伴う特質の変遷と、毎年耕起を繰り返す一般畑作地と播種当年のみ耕起しその後耕起せずに栽培が継続される牧草地における特性の差異について検討した。

イ) 水位の高低に伴う特質の差異 一般土壌についての分析値は一定重量当たりの成分をもって表示するのが慣行となっている。この方法に従えば比重の軽い泥炭は鉱質土壌に比べ数倍に及ぶ容積の採取をすることになり、ともすれば過大な値となる。石塚、田中⁹⁾は美唄泥炭の特質を鉱質土壌と比較した報告の中でこの矛盾を指摘し、可給態成分などは作物根の分布する一定容積の土壌中に含まれる成分を比較すべきものであるから、むしろ容積当たり成分量で示すべきであると主張している。今回は同一地区における泥炭の比較であるから主として重量当たり含有量で示したが、換算の際都合を考え第20表に1ℓ当たり新鮮泥炭重量とその乾燥重を掲げておいた。

第 20 表 水位を異にした場合の容積重の推移

年次	採集月日	湿潤泥炭 1 ℓ 重 (g)				乾 重 (g/ℓ)					含 水 率 (%)					
		未墾地	水位 15cm	水位 30cm	水位 50cm	水位 90cm	未墾地	水位 15cm	水位 30cm	水位 50cm	水位 90cm	未墾地	水位 15cm	水位 30cm	水位 50cm	水位 90cm
初 年 目	6月15日	856	—	—	—	—	184	—	—	—	—	78.5	—	—	—	—
	7月15日	828	792	697	676	695	192	263	243	233	256	76.8	66.2	65.1	65.5	63.2
	8月8日	846	897	790	708	728	208	326	282	243	281	75.2	63.7	64.3	65.7	61.4
	8月25日	902	904	808	780	762	232	267	260	266	274	74.3	70.5	67.8	65.9	67.6
	10月1日	965	929	748	722	761	231	275	218	231	241	76.1	68.5	70.9	68.0	68.0
二 年 目	5月25日	1,040	1,060	940	980	910	220	285	240	250	280	78.8	73.1	74.5	74.5	69.2
	6月16日	1,005	1,010	865	835	805	210	270	270	245	275	79.1	73.3	68.8	70.7	65.8
	6月24日	970	990	910	865	730	210	280	290	280	280	78.4	71.7	68.1	67.6	61.6
	7月21日	960	1,010	950	830	745	215	260	265	260	280	77.6	74.3	72.6	68.7	62.4
	8月7日	930	925	930	865	765	205	235	255	275	255	75.8	74.6	72.6	68.2	66.7
	8月31日	885	1,000	1,000	980	850	195	260	290	280	275	78.0	74.0	71.0	71.4	67.6
	9月12日	840	940	840	820	715	190	270	280	240	260	77.4	71.3	66.7	70.7	63.6
	10月6日	910	890	815	780	730	210	225	260	250	230	72.9	71.3	68.1	67.9	68.5
	11月4日	845	815	785	665	650	195	268	270	240	235	77.0	67.1	65.6	63.9	63.8
三 年 目	6月10日	865	970	820	845	900	238	312	296	354	360	72.7	67.8	63.9	58.1	60.0
	6月22日	875	955	925	855	925	245	302	305	343	338	70.0	68.4	67.0	59.5	63.5
	7月5日	880	945	965	880	860	241	295	308	352	346	72.6	68.8	68.1	60.6	59.8
	8月6日	880	950	955	990	930	250	303	286	367	372	71.6	68.1	68.8	62.9	56.7
	8月31日	855	960	960	1,010	925	254	294	312	381	368	70.3	69.4	67.5	62.3	60.2
	10月7日	910	1,010	1,070	960	930	252	320	356	375	354	72.3	68.3	66.7	60.9	61.9
10月20日	980	980	1,005	990	955	254	314	325	348	363	74.1	68.0	67.7	64.9	62.9	
四 年 目	5月17日	870	950	945	930	885	205	275	281	325	335	76.4	71.1	70.3	65.1	62.1
	6月14日	790	985	885	900	910	132	283	252	306	352	83.3	71.3	71.5	66.0	61.3
	6月27日	820	910	935	940	985	183	251	287	332	393	77.7	72.4	69.3	64.7	60.1
	7月28日	855	895	980	975	910	195	232	245	335	328	77.2	74.1	75.0	65.6	64.0
	8月27日	775	950	1,010	1,005	945	156	242	318	372	369	79.9	74.5	78.5	63.0	61.0
	9月10日	790	985	955	910	890	170	305	293	335	341	78.5	69.0	69.3	63.2	61.7
	10月15日	840	905	910	950	930	193	278	305	362	372	77.0	69.3	66.5	61.9	60.0
五 年 目	5月17日	855	968	1,086	988	913	147	234	275	330	329	82.9	75.8	74.7	66.3	61.0
	6月26日	766	1,050	1,011	988	877	192	283	325	313	328	74.4	73.1	67.9	68.3	62.6
	7月24日	766	882	1,021	1,018	841	125	240	323	341	313	83.7	72.8	68.4	66.5	62.7
	8月21日	883	975	952	879	920	180	268	233	276	309	79.6	72.5	75.5	68.6	66.4
	9月9日	840	955	1,050	970	940	213	305	338	343	376	74.6	68.1	67.8	64.6	60.0
	10月3日	850	950	1,000	960	950	221	323	340	386	418	74.0	66.0	66.0	59.8	56.0

この場合年次の経過に伴い 1 ℓ 容乾重が増加しており、特に水位の低い区において著しい。これは表土における有機成分の分解に伴い泥が残存する灰分比率が増加しつつあるためと思う。水位の低下は含水率の低下を伴うが、水位 15cm と 30cm 区間には大差なく、50cm 以下となると 5~10% も急減していた。

先にのべたように水位の低下に伴い泥炭の酸化分解が促進され、窒素の天然供給量が増すのでイネ科牧草の増収をもたらすものであることを認めた。泥炭分解の遅速は主として温度と酸素供給量に左右されることが大きい。水位の低下は地温の上昇と空気の侵入を増加させるものであって、このうちまず前者について第 21 表に比較してみた。

第21表 地温(地表下10cm)に及ぼす水位の影響(°C)

水位区分	5月	6月			7月			8月			9月			10月	
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬
水位15cm	6.9	9.3	10.6	13.4	15.0	16.3	17.3	17.7	18.5	18.1	17.7	16.6	15.5	13.0	10.3
" 30cm	6.9	9.7	11.3	13.7	15.1	16.6	17.6	18.3	19.1	18.6	18.3	16.9	16.0	12.9	10.8
" 50cm	7.3	9.8	11.4	14.1	15.0	16.7	17.6	18.0	18.7	18.2	17.9	16.9	15.9	12.9	10.6
" 90cm	7.6	9.9	11.4	14.1	15.2	16.7	17.9	18.1	19.1	18.4	18.3	16.8	16.2	13.0	10.8

地温17°C以上のとき土壌細菌が最も活動的になるといわれているが、この温度に達したのは6月下旬から9月中旬までで、最高旬間地温は8月中旬であった(この期間における釧路地方火山灰地の地温は21.2°Cであった)。また地温は水位が高くなって過湿状態になれば上昇し難く、水位が下り乾燥すれば上昇するものであって今回の調査においてもこ

の傾向は認められた。しかし水位15cmと90cm区の差は最大が0.8°Cであって泥炭分解の速度に重大な差異をもたらすものとは考え難い。

また土壌中の空気含量は土壌実容積測定装置¹¹⁾で地表下25cmまでの3相分布を測定することにより推定した。第22表に2年目夏季における測定結果(測定前1週間は晴天であった)を掲げた。

第22表 水位を異にした場合の土壌の3相分布(容積百分比)

土層深度区分	泥炭未耕地			水位15cm区			水位30cm区			水位50cm区			水位90cm区		
	気相	液相	固相	気相	液相	固相	気相	液相	固相	気相	液相	固相	気相	液相	固相
地表~5cm	21.4	69.0	9.6	20.3	66.5	13.2	17.9	66.5	15.6	31.1	56.0	12.9	35.1	51.5	13.4
5~10cm	20.6	69.3	10.1	21.5	68.0	10.5	24.8	65.0	10.2	31.8	55.0	13.2	33.6	52.5	13.9
10~15cm	15.1	69.5	15.4	18.5	63.5	17.8	19.9	67.5	12.6	29.3	56.0	14.7	26.5	54.0	19.5
15~20cm	8.0	71.6	20.4	8.0	79.5	12.5	18.4	73.0	8.6	26.2	62.0	11.8	25.7	59.5	14.8
20~25cm	7.2	80.5	12.3	7.8	81.5	10.6	11.5	79.5	9.0	16.9	73.0	10.1	18.0	69.0	13.0

これによれば水位15cmにおける気相占有比率は原土区と大差なく、水位39cm区でも下層でわずかに増加している程度であった。しかし水位50~90cm区になると10~15%も急増していた。このように泥炭中に空気が予想以上に含まれていることは土壌の酸化還元電位に影響を及ぼすものと考えられる。5年目夏季に測定した酸化還元電位を第23表に示したが、畑地状態における測定値は振幅が大きいので地表5cmの箇所て採集した試料10点についての平均値で示した。また酸化還元電位の変化に敏感な鉄について、2価と3価のものを分別測定¹⁵⁾し同時に掲げた。

第23表 泥炭の酸化還元電位と2価と3価の鉄含量

土壌区分	Eh _s (mv)		3 NH ₄ SO ₄ 可溶鉄 (mg/100g)		
	7月	8月	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺ /Fe ⁺⁺⁺
未墾原土	320	350	23.6	495	4.8%
水位15cm	190	110	33.6	480	7.0
" 30cm	240	190	30.6	501	6.1
" 50cm	460	370	20.4	529	3.9
" 90cm	430	390	18.2	490	3.7

水位15~30cm区の泥炭土壌は湿潤で強圧するとわずかに水分がにじみでる。Ehも水田に準

ずる値を示しており、特に水位 15 cm 区では尾形⁹⁾の指摘するように脱窒作用が起きることもありうると思う。今回の試験においても局部的な凹地において水位 10 cm 程度になった個所では、窒素肥料を施用してもなお窒素欠乏の徴候が見られたし、作物試験区においては一層この傾向が著しかった。水位が 50 cm 以下に低下すると急に Eh が高くなり酸化状態に傾く。このことは Fe^{2+} と Fe^{3+} の含有比についても同様で水位 50 cm 以下になると Fe^{2+} 含量が減り比率が急に小さくなる。未墾原土の Eh は意外に高い値を示していたが、これ

は地表部に膨軟軽鬆な植物遺体が厚く堆積し、空気の流通が良かったものと思う。

水位の高低の差にもとづく酸化還元電位の相異は泥炭の分解、ひいては腐植化に影響を及ぼすものと考えられる。第 24 表に水位を異にした場合の腐植および窒素含有率と炭素率の推移を掲げたが、水位の低い区においては腐植含量の低下が著しく、2 年目後半において既に炭素率が 22 から 13 まで下ったが、水位 15 cm 区では 5 年後においても 20 以上に止まっていた。

第 24 表 腐植、窒素および炭素率の推移

年次	土 境 採 集 日	腐 植 (%)				窒 素 (%)					C/N					
		未墾土	水位 15cm	水位 30cm	水位 50cm	水位 90cm	未墾土	水位 15cm	水位 30cm	水位 50cm	水位 90cm	未墾土	水位 15cm	水位 30cm	水位 50cm	水位 90cm
初 年 目	6月15日	41.13	—	—	—	—	1.05	—	—	—	—	22.6	—	—	—	—
	7月15日	41.23	38.96	36.60	38.34	35.27	0.95	0.99	0.96	1.02	0.93	22.1	22.9	22.2	21.7	22.0
	8月8日	40.92	38.99	39.66	40.32	34.91	1.01	0.96	0.99	0.91	0.93	21.3	23.6	21.1	22.2	21.8
	8月25日	42.31	39.85	37.73	35.32	32.90	1.16	1.05	1.04	0.98	0.94	21.2	22.0	21.0	20.9	20.3
	10月1日	40.47	38.49	38.08	36.27	35.58	1.09	1.08	1.06	1.03	0.97	21.6	20.4	20.8	20.2	19.3
二 年 目	6月25日	42.45	33.08	34.03	39.87	34.28	1.62	1.02	1.14	1.49	1.28	21.4	18.8	17.3	15.5	15.5
	8月7日	39.12	34.98	29.02	36.23	41.63	0.99	1.11	0.93	1.51	1.79	22.9	18.3	18.1	13.9	13.5
	10月6日	39.89	28.72	35.56	40.23	42.66	1.04	0.93	1.32	1.63	1.81	22.3	17.2	15.6	14.3	13.7
三 年 目	6月10日	42.90	38.25	40.15	30.32	27.40	1.12	1.45	1.45	1.21	1.17	22.4	16.5	16.1	14.5	13.6
	8月6日	44.45	36.70	34.29	32.56	31.36	1.27	1.16	1.23	1.40	1.41	20.2	18.1	16.1	13.5	12.9
	10月20日	41.35	36.18	32.91	33.60	32.56	1.18	1.27	1.35	1.49	1.47	20.4	16.5	14.1	13.1	12.7
四 年 目	5月17日	44.56	42.21	36.89	35.67	29.91	1.41	1.40	1.34	1.48	1.20	18.0	17.5	16.0	14.0	14.4
	7月28日	44.45	37.63	36.15	29.70	29.46	1.51	1.20	1.26	1.29	1.26	19.0	18.1	16.7	14.1	13.6
	9月10日	45.21	37.63	33.98	30.32	27.95	1.34	1.37	1.36	1.31	1.26	19.6	15.9	14.5	13.4	12.9
五 年 目	5月17日	43.13	40.44	30.32	23.59	21.61	1.20	1.16	0.91	0.97	1.07	20.9	20.2	19.4	14.1	11.7
	7月24日	47.12	45.83	36.25	31.75	27.48	1.03	1.23	1.09	1.17	1.08	26.5	21.6	19.3	15.8	14.8
	10月3日	46.66	37.04	35.94	30.59	29.58	1.11	0.96	1.10	1.24	1.31	24.4	22.4	19.0	14.4	13.1

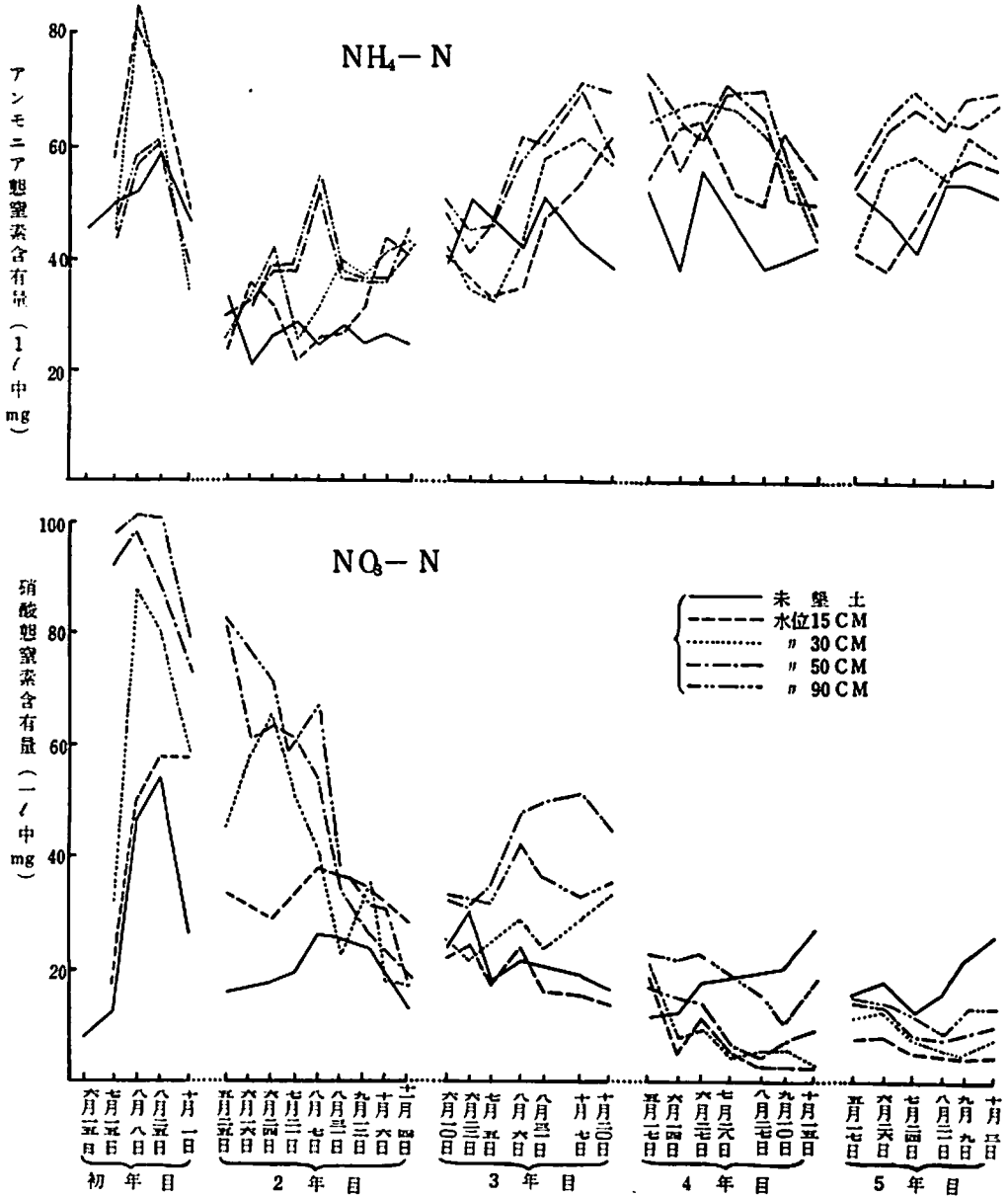
以上のように水位の高低が泥炭の酸化分解に大きな影響を与えるとすれば、これに伴い泥炭有機窒素の無機化量にも顕著な相異がもたらされると予想され、特に NO_3-N 含量が問題となろう。これについて第 25 表に乾燥泥炭 100 g 中の NH_4-N と NO_3-N 量を、また第 6 図には牧草畑の泥炭 1 g 中の NH_4-N と NO_3-N 量の推移を示した。初年目には新墾畑土壌として養分の蓄積が豊富

であること、また耕地整地によって土壌が攪拌され腐植の酸化分解を促進する状況にあったので無機態窒素、特に NO_3-N 量が予想外に多かった。これまで泥炭土壌は湿潤還元状態に保たれているもので、硝化化成作用はほとんど起こらぬものと見なし NO_3-N が実測される機会に乏しかった。今回の調査では酸化分解が意外におう盛であって腐植分解に伴う無機態窒素は直ちに NO_3-N まで

第25表 水位を異にした場合の無機態窒素の推移(乾土 100g 中 mg)

年次	土 壤 採 集 日	NH ₄ -N					NO ₃ -N				
		未墾地	水 位 15cm	水 位 30cm	水 位 50cm	水 位 90cm	未墾地	水 位 15cm	水 位 30cm	水 位 50cm	水 位 90cm
初 年 目	6月15日	24.9	—	—	—	—	4.8	—	—	—	—
	7月15日	26.4	22.0	18.0	19.2	20.0	6.3	7.3	13.8	40.1	38.2
	8月8日	28.0	25.2	26.8	23.6	22.4	22.8	15.4	23.8	40.8	36.2
	8月25日	25.6	26.6	26.0	22.8	22.0	23.8	21.6	30.9	33.1	36.6
	10月1日	20.0	17.4	16.0	17.2	15.6	15.8	20.8	26.4	31.9	32.4
二 年 目	5月25日	15.0	8.4	10.7	12.0	13.4	7.3	11.6	18.8	32.2	29.8
	6月16日	10.1	13.1	12.6	13.6	12.5	8.1	10.5	21.5	25.0	27.8
	6月24日	11.8	11.4	14.6	13.6	12.3	8.6	13.6	24.0	25.3	28.0
	7月21日	13.5	8.2	9.5	14.9	16.7	9.2	14.5	19.3	23.2	21.0
	8月7日	12.8	11.2	12.5	19.3	20.9	12.8	14.8	16.3	19.9	26.5
	8月31日	14.4	10.6	13.6	13.1	14.7	13.6	10.8	8.2	11.8	13.7
	9月12日	12.5	11.7	12.9	14.7	13.6	12.4	11.3	12.2	10.9	12.3
	10月6日	13.1	17.9	16.5	14.2	15.7	9.4	10.2	7.2	12.5	13.7
11月4日	13.3	15.2	16.3	18.9	16.6	6.9	4.1	6.4	8.0	7.8	
三 年 目	6月10日	16.5	13.4	14.5	14.0	14.1	10.3	7.3	8.7	9.2	9.3
	6月22日	21.6	12.2	11.9	12.5	13.7	12.3	8.9	7.0	9.0	11.5
	7月5日	19.8	11.4	10.8	13.4	13.8	7.5	6.0	7.5	10.3	9.2
	8月6日	17.1	11.4	15.5	16.9	15.1	9.1	8.3	10.3	13.6	11.3
	8月31日	20.7	16.5	18.6	16.1	17.3	8.6	5.6	7.3	13.8	9.5
	10月7日	17.4	16.9	17.6	18.9	20.3	7.9	4.7	8.3	14.2	8.9
	10月20日	15.3	19.9	17.4	16.8	19.5	7.0	4.4	10.6	13.2	9.5
四 年 目	5月17日	25.7	20.7	26.7	21.7	21.9	5.8	7.2	7.7	5.7	6.9
	6月14日	29.1	22.3	19.6	17.9	18.5	9.9	2.4	3.2	4.9	6.3
	6月27日	31.1	26.1	24.0	19.8	10.6	8.6	5.0	3.2	4.3	5.7
	7月28日	24.3	22.5	27.7	21.4	21.8	8.2	2.7	2.3	2.7	5.9
	8月27日	24.7	20.6	24.1	13.3	19.2	10.8	1.4	1.9	1.4	4.1
	9月10日	23.2	20.3	23.1	11.7	16.8	12.1	3.2	2.3	2.1	3.1
	10月15日	22.1	19.5	14.2	13.8	12.4	14.7	0.9	0.9	2.7	5.0
五 年 目	5月17日	35.4	17.4	15.2	16.2	16.6	10.9	3.4	4.2	4.5	4.8
	6月26日	25.2	13.5	17.3	20.4	20.2	9.5	2.9	3.8	4.0	4.1
	7月24日	33.1	19.4	15.7	19.9	22.3	10.1	2.5	2.4	2.4	3.6
	8月21日	30.2	21.2	23.5	23.1	21.0	9.4	2.2	2.6	2.8	3.0
	9月9日	25.4	19.2	18.2	20.0	17.1	10.7	1.5	1.8	2.6	3.6
	10月3日	23.5	17.6	17.6	18.1	16.2	12.5	1.7	2.1	3.0	3.3

第 6 図 泥炭 1 l 中の無機態窒素の推移



進み、 $\text{NH}_4\text{-N}$ よりまさることを認めた。しかし年次の経過に伴い特に牧草畑となった場合は還元状態に戻りやすく、3年目以降は硝化作用が鈍化し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ に止まっている無機態窒素の割合が高くなってきた。すなわち $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は初年目～2年目まで $\text{NO}_3\text{-N}$ 量に劣り、特に2年目は最低値を示したが、3～4年目では再び $\text{NH}_4\text{-N}$ 量が

増した。これ以降は易分解性腐植の消耗とともに漸減してゆくものと思う。

年間の無機態窒素量の推移を詳細に検討すると早春に乾土効果による $\text{NH}_4\text{-N}$ 量が増すが、その後細菌類の繁殖に伴い窒素飢餓を起こし一時的に若干減量、更に地温上昇と作物の水分蒸散量の増加に伴う地下水位の低下によって再び $\text{NH}_4\text{-N}$ 生

成量が増加する。すなわち $\text{NH}_4\text{-N}$ 含有量のピークが2回認められる場合が多く、また水位の低い区において $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量の増す傾向が認められ

た。

可給態の磷酸、加里について N/5 HCl で可溶した量を第26表に示した。

第26表 水位を異にした場合の N/5 HCl 可溶性磷酸加里の推移 (乾土 100g 中 mg)

年次	土 壤 採 集 日	N/5 HCl 可溶 P_2O_5					N/5 HCl 可溶 K_2O				
		未耕地	水 位 15cm	水 位 30cm	水 位 50cm	水 位 90cm	未耕地	水 位 15cm	水 位 30cm	水 位 50cm	水 位 90cm
初 年 目	6月15日	15.8	—	—	—	—	21.5	—	—	—	—
	7月15日	19.8	18.4	21.3	24.0	21.5	20.0	18.5	25.0	32.5	28.0
	8月8日	22.0	25.3	28.3	24.4	22.5	28.0	28.0	37.5	43.0	31.5
	8月25日	22.8	27.5	26.9	35.9	32.5	47.5	44.5	30.5	28.0	30.5
	10月1日	19.0	22.2	22.8	31.0	27.8	29.0	30.5	29.0	22.0	17.0
二 年 目	5月25日	16.3	31.0	31.3	31.7	38.3	24.2	21.4	26.2	28.4	15.6
	6月16日	14.4	49.5	31.7	20.0	24.1	15.8	15.0	12.8	10.6	10.1
	6月24日	18.4	39.5	26.2	23.2	27.5	18.6	14.0	20.2	12.6	8.0
	7月21日	19.5	45.7	29.2	28.8	29.5	18.0	30.6	24.2	10.6	11.6
	8月7日	25.1	35.0	37.0	36.1	28.3	16.2	27.0	15.0	11.6	9.0
	8月31日	21.2	38.2	36.2	31.7	27.8	20.0	18.0	13.0	9.0	8.8
	9月12日	16.2	38.9	29.4	30.3	28.8	18.6	17.4	11.8	8.3	9.6
	10月6日	18.3	48.8	44.3	42.8	31.9	23.2	25.8	18.6	10.4	11.8
	11月4日	15.7	36.4	25.3	28.7	24.3	17.6	19.5	15.6	18.8	12.0
三 年 目	6月10日	16.7	20.9	22.8	32.0	34.9	18.0	11.2	7.4	8.5	4.6
	6月22日	16.3	21.7	23.4	33.4	34.4	22.4	10.2	11.4	8.8	6.2
	7月5日	14.8	21.5	25.1	32.3	28.9	19.5	9.4	7.4	7.2	7.3
	8月6日	18.0	18.4	20.6	28.7	28.2	22.5	9.5	8.2	6.4	5.6
	8月31日	17.0	29.3	35.4	36.5	42.0	21.5	11.5	15.7	9.6	5.2
	10月7日	14.3	32.6	41.4	30.7	29.3	18.0	11.4	19.6	11.6	4.3
	10月20日	13.1	42.7	38.5	36.7	32.6	15.8	14.2	11.4	9.6	7.2
四 年 目	5月17日	17.8	29.3	35.3	48.8	36.0	17.8	8.5	8.5	5.4	4.6
	6月14日	16.7	22.0	21.8	26.4	24.5	16.9	7.5	5.1	4.3	4.9
	6月27日	14.8	18.5	22.2	23.3	25.6	16.7	7.7	6.2	4.6	5.3
	7月28日	14.8	21.0	24.4	24.2	34.2	18.1	5.3	4.9	4.8	4.7
	8月27日	10.8	24.4	28.0	37.7	17.5	15.8	5.8	5.9	4.8	5.0
	9月10日	18.1	26.4	34.3	28.1	24.2	19.2	4.4	6.0	4.9	4.4
	10月15日	21.4	23.2	39.8	28.0	28.1	15.3	5.6	6.8	4.1	4.5
五 年 目	5月17日	19.4	39.9	43.8	28.5	38.2	15.9	17.0	13.3	5.9	8.9
	6月26日	21.3	32.3	41.1	33.9	32.0	29.0	20.1	16.9	6.9	8.0
	7月24日	21.2	44.4	46.6	29.2	32.9	27.7	26.2	17.9	12.5	8.4
	8月21日	18.6	42.0	41.9	36.1	25.8	30.0	28.8	17.0	12.8	10.2
	9月9日	24.3	41.1	40.6	31.0	29.2	32.1	27.0	18.4	14.4	7.6
	10月3日	21.5	43.7	38.2	27.4	30.5	29.8	21.7	22.0	13.3	9.8

磷酸について未耕土壌(磷酸は施用していない)鉏路泥炭が礫土性の高い特性を有しているため磷酸含量が少ない。しかし牧草畑には化成磷酸を毎年

多量に施したので磷酸量が増加しており、特に4年目、5年目の水位が高く還元状態になりやすい区において多くなっていた。また地温の高い時

期には可給態磷酸量が多くなり、早春および晩秋には少なくなっていた。

可給態加里量は釧路泥炭が美唄泥炭よりも豊富に含有していることは第1報⁹⁾に記した。しかし牧草は加里収奪量がきわめて多いので、たちまち減少し加里欠乏症状があらわれるようになる。特に水位の低い区にあっては溶脱をも受けるので2年目の土壤中の加里含量は初年目の $\frac{1}{2}$ 、3年目はまたその $\frac{1}{2}$ と減少速度がきわめて早い。水位の高い区では減少速度は遅れたが、それでも数年後には当初の $\frac{1}{2}$ 程度の含有量にまで低下した。

N/5 HCl 可溶石灰については表に掲げるのを省略したがその概略をのべれば未墾原土では乾土100g当たり188mgで、牧草栽培区は酸性矯正のため多量の炭酸石灰を搬入したためその含有量は数倍に達していた。特に土壤水分の多い高水位区において含有量が高く(100g当たり約1,000mg)なっていた。石灰も年次の経過とともに減少するもので5年目には当初の数分の1(100g当たり230mg)までに低下していた。石灰の搬入は泥炭の酸性矯正を目的とするが、泥炭の緩衝能が大きいことと石灰が比較的難溶性であるため矯正効果のあらわれるのに時日を要するといわれている。今回の試験においても翌年度よりpHが中性に近づいた。この経過を第27表に示した。

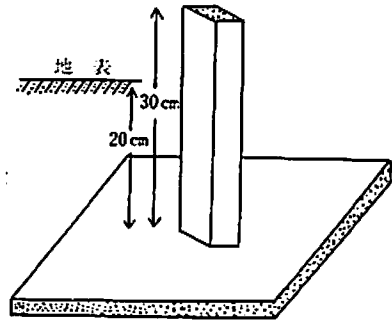
第27表 pH の推移

年次	土壤採集日	未墾土	水位15cm	水位30cm	水位50cm	水位90cm
初年目	耕起前	—	4.6	4.7	4.4	4.4
	7月15日	4.4	4.6	4.6	4.8	4.6
	8月25日	4.5	4.8	4.9	4.9	4.8
	10月1日	4.4	4.8	4.7	5.1	4.9
二年目	5月25日	4.4	5.2	5.6	5.4	5.4
	8月7日	4.7	5.5	5.6	5.5	5.2
	10月6日	4.2	6.1	6.0	5.5	5.3
三年目	6月10日	4.3	5.3	5.5	5.4	5.7
	8月31日	4.4	5.4	5.5	5.4	5.6
	10月7日	4.6	5.6	5.7	5.7	5.6
四年目	5月17日	4.1	5.7	5.6	5.8	5.9
	8月27日	4.4	5.6	5.7	5.7	5.6
	10月15日	4.5	5.8	5.6	5.5	5.6
五年目	5月17日	4.6	5.7	5.8	5.7	5.9
	8月21日	4.7	5.7	5.6	6.0	6.2
	10月3日	4.9	6.0	6.0	6.2	6.1

ロ) 牧草畑と普通作物畑における特性の差異

牧草と普通作物の耕種上の最大相異点は、前者が播種の際耕起が行なわれるのみで以後耕起することなく長年月にわたり栽培が継続することである。従って牧草畑は還元状態にもどりやすいのに反し、普通作物畑は毎年耕起が行なわれ、中耕を行なうこともあり、その度に土壤の攪拌を伴うので酸化状態に保たれている。泥炭の酸化分解は当然地盤沈下を伴うものである。牧草畑と普通作物畑における地盤沈下の差について、北海道開発局釧路開発建設部の測量専門官が測定した結果を第28表に掲げた。測量は昭和35年5月31日と同年9月19日の2回で第7図に示した寸法の測点を各水位区分に3個ずつ予め埋没設置しておいて測量器で高低を見たものである。牧草畑は放牧型4年目のものであり、普通作物畑には燕麦畑を選び7月上旬に除草を兼ねて中耕を行なっている。

第7図 地盤測点の構造



第28表 水位の高低が地盤沈下に及ぼす影響(標高m)

水位区分	牧草畑			燕麦畑		
	5月31日 m	9月19日 m	較差 m	5月31日 m	9月19日 m	較差 m
水位15cm	3.89	3.91	+0.02	3.90	3.84	-0.06
	3.95	3.96	+0.01	3.85	3.79	-0.06
	3.88	3.88	0	3.85	3.79	-0.06
" 30cm	3.84	3.84	0	3.95	3.89	-0.06
	3.84	3.84	0	3.92	3.86	-0.06
	3.81	3.81	0	3.94	3.88	-0.06
" 50cm	3.83	3.85	+0.02	3.94	3.86	-0.08
	3.80	3.80	0	3.95	3.88	-0.07
	3.88	3.87	-0.01	3.91	3.84	-0.07
" 90cm	3.83	3.82	-0.01	3.90	3.81	-0.09
	3.93	3.91	-0.02	3.89	3.80	-0.09
	3.89	3.87	-0.02	3.80	3.71	-0.09

この表から明らかなように牧草畑(4年目)における沈下はほとんど認められず、水位を90cmに下げても沈下はわずかに年間2cm程度であった。すなわち泥地は牧草畑にすることにより地盤沈下を緩和しうるものであって、特に水位を50cm以上に保てば沈下はほぼ完全に防止できると見なしてよい。これに比べ普通作物畑では水位が15~30cmであっても約6cm、水位90cmでは9cmに及ぶ沈下が起こった。すなわち普通作物畑として毎年耕起する場合は、たとえ水位を15cm程度に上げ

てもなお沈下を防止できない。更に水位の低い区においては沈下は激化し1耕作期間で9cmに及ぶものであることを認めた。

以上のような沈下の差異は泥炭の酸化分解量に相異があるためで、従って酸化還元電位や2価と3価の鉄含量に相異が見られるはずである。前述の方法に従って牧草畑と普通作物畑における酸化還元電位ならびに3NのH₂SO₄に可溶の2価および3価鉄含量の比較結果を第29表に掲げた。

第29表 牧草畑と普通作物畑の Eh と 2価と3価の鉄含量の比較

水位区分	Eh ₀ (mv)		3N H ₂ SO ₄ 可溶鉄 (mg/100g) Fe ²⁺				Fe ²⁺ /Fe ³⁺ (%)	
	牧草畑	燕麦畑	牧草畑	燕麦畑	牧草畑	燕麦畑	牧草畑	燕麦畑
水位 15cm	110	290	33.6	21.6	480	385	7.0	5.6
" 30cm	190	380	30.6	16.6	501	375	6.1	4.4
" 50cm	370	370	20.4	14.8	529	380	3.9	3.7
" 90cm	390	410	18.2	15.2	490	425	3.7	3.6

これによれば普通作物畑にあっては高水位区であっても低水位区と大差ない結果を示し、普通作物畑土壌牧草畑土壌よりも酸化分解量が大いものであると推定しうる。

膨軟軽鬆となるため、牧草畑に比べ容積重が軽くなり含水率も低下する。第30表に燕麦畑における容積重および含水率の年間変異を掲げたが、牧草畑よりも15%前後低い値を示していた。

普通作物畑では毎春耕起することにより土壌が

第30表 普通作物畑における容積重の推移

採集日	湿润泥炭1ℓ重 (g)				乾 重 (g/ℓ)				含 水 率 (%)			
	水位 15cm	30cm	50cm	90cm	水位 15cm	30cm	50cm	90cm	水位 15cm	30cm	50cm	90cm
5月17日	937	859	832	882	167	183	202	215	82.3	78.7	75.7	75.6
6月26日	908	821	803	763	155	188	210	228	83.0	78.1	74.0	70.1
7月24日	994	906	900	835	144	174	214	203	85.5	80.8	76.2	75.7
8月21日	963	861	880	873	301	243	262	345	69.4	71.8	68.0	60.5
9月9日	1,030	1,000	930	890	288	360	372	356	72.0	64.0	60.0	60.0
10月3日	920	830	850	825	221	305	376	367	76.0	63.3	55.8	55.5

このような条件下では泥炭の分解がおう盛となり、同時に腐植化が進む。従って腐植含量の低下、特に炭素率の低下が著しく牧草畑の場合に比

べてやゝ小さな値を示していた。第31表は燕麦畑における腐植、窒素および炭素率ある。

第 31 表 普通作物畑土壤の腐植、窒素および炭素率

土 壤 採 集 日	腐 植 (%)				窒 素 (%)				C/N			
	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm
5月17日	22.02	18.83	13.57	13.68	1.16	1.05	0.98	1.09	19.0	17.9	13.8	12.6
7月24日	22.63	18.94	16.66	16.01	1.24	1.10	1.09	1.16	18.2	17.2	15.3	13.8
10月3日	22.96	20.84	15.62	15.87	1.15	1.22	1.17	1.19	19.9	17.1	13.4	13.3

泥炭の分解がおう盛であればこれに伴い窒素の無機化量も増加するものである。また畑状態の土壤は年次を経たず牧草畑に比べると、酸化状態にあるため特に水位の低い区では $\text{NO}_3\text{-N}$ 量が増大する。第 32 表に燕麦畑における無機態窒素量の推移を、また牧草畑との比較を第 8 図に掲げた。すなわちこのような傾向から泥炭地を牧草畑として利用することは地盤沈下を緩和する方策の一つであることを裏付けるものである。

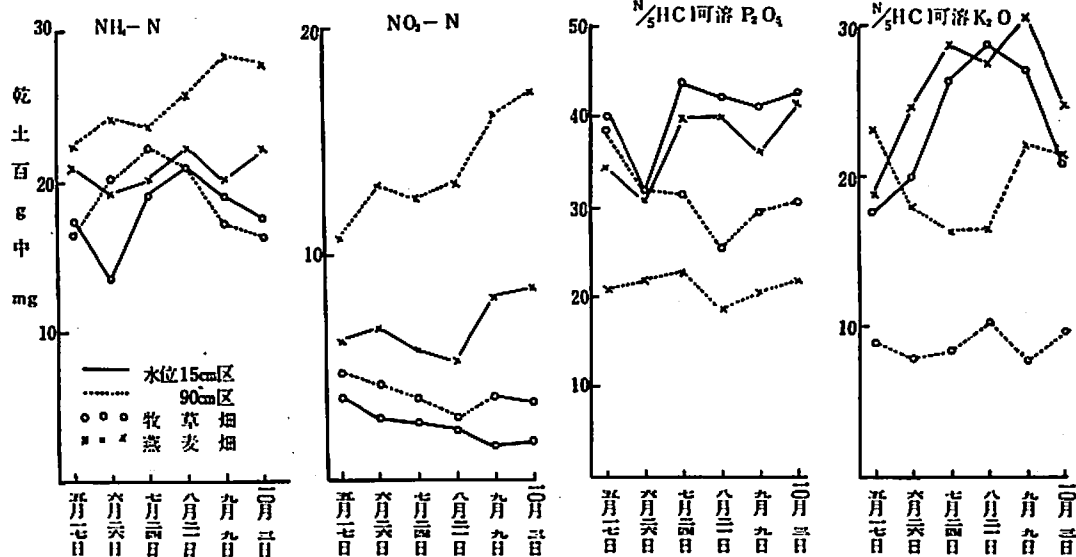
溶性磷酸と加里含量をもあわせて示した。磷酸は牧草畑が燕麦畑よりも含有量が多く、特に水位の高い区において著しい。すなわち可給態磷酸量は含水率の高い区において高い値を示していた。加里は磷酸とは反対に牧草畑において低く、特に水位の低い区ではきわめて低い含量であった。これは牧草の加里吸収量が燕麦など普通作物よりも著しく多いことや、水位の低い区における加里の溶脱に関連があるものと思う。

また第 32 表、および第 8 図には $\text{N}/5 \text{HCl}$ 可

第 32 表 普通作物畑土壤の可給態成分年間推移経過 (乾土 100 g 中 mg)

土壤採集日	$\text{NH}_4\text{-N}$				$\text{NO}_3\text{-N}$				$\text{N}/5 \text{HCl}$ 可溶 P_2O_5				$\text{N}/5 \text{HCl}$ 可溶 K_2O			
	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm	水 位 15cm	30cm	50cm	90cm
5月17日	21.2	20.5	21.5	22.4	6.2	6.7	9.4	10.8	35.5	32.6	19.5	20.5	18.9	24.0	15.4	23.0
6月26日	19.4	19.7	23.3	24.2	6.6	9.3	11.5	13.2	31.7	27.7	24.2	22.6	24.5	21.0	16.3	18.1
7月24日	20.1	21.1	22.5	23.6	5.8	8.5	10.2	12.5	40.1	34.5	23.9	23.9	28.8	21.8	18.2	16.5
8月21日	22.4	22.4	24.7	25.8	5.3	7.3	11.4	13.1	39.2	37.6	22.4	18.7	27.5	19.5	19.7	16.8
9月9日	20.1	21.7	26.1	28.4	8.1	12.2	15.9	16.3	37.6	34.6	21.0	20.6	30.6	21.8	24.0	22.4
10月3日	22.3	23.2	27.4	27.8	8.5	13.4	16.1	17.2	41.9	37.3	19.5	22.4	24.8	24.8	19.0	21.3

第 32 図 普通畑と牧草畑における可給態成分の比較 (乾土 100 g 中 mg)



IV 考 察

泥炭畑地の排水について北海道農業試験場で示している基準⁹⁾は、

石狩地方高位泥炭に対しては溝距 30～50m, 溝深 0.9 m; 釧路地方のような寒冷多湿地帯はやゝ強度の排水が必要で溝距 20～25 m, 溝深 0.9～1.2 m であった。

1955年 F. A. O. Expert として来道した J. ADAM¹⁾はこの基準では過剰排水におちいるのではないかとの意見をもらしていた(日本政府に提出した Report には drainage plow を用い 30m 間隔, 深さ 60 cm に掘さくすべきことをすすめている)。水位を過度に下げることにより生ずる主たる不利益な点は

- イ) 地盤沈下を促進する。
- ロ) 作物特に牧草の生育生理上不利である。
- ハ) 排水溝掘さく工事費がかさばる。

このように意見の相異をきたした理由については Report に詳細な記述がないので不明であるが今回実施した試験を含め種々検討された結論では次の点が指摘されうるができる。すなわち

イ) 過剰排水に伴う地盤沈下はわが国でも以前から認めていた。しかしこの現象は主として物理的収縮作用によるものであるとし積極的な防止手段が顕われていなかった。欧米ではむしろ化学的な酸化分解による消耗の大きいことを看破し、必要以上に乾燥状態にすることを極力控えていたのである。

ロ) わが国では泥炭の可給態窒素供給力を高く評価しすぎ、泥炭地に対する窒素施肥量が極端に少なかった。従って水位の低下に伴う作物の生理的影響よりも化学的な酸化分解の促進による可給態窒素量の増加の影響を強く受けた。すなわち水位を下げることによって増収をもたらされた原因は、作物が乾燥状態を好んだのではなく、泥炭の酸化分解に伴う可給態窒素増加による生育促進の影響が大きかったのである。このことは、窒素肥料を天然供給量以上に施用すれば、水位が低くとも生育量を上げることから証明された。

泥炭地畑土壌の水位を極力排除すること、それ

は耕種作業を容易にし、比較的少量の肥料で収量を上げうる手段ともいえる。そのかわり地盤沈下、地力の浪費を伴うもので両者の得失の軽重が問題となる。欧米では施肥量を増しても地盤沈下の防止を採った。わが国でも一時の生産力に眩惑されることなくまず地盤沈下の防止をはかり、農作業を容易にする手段、あるいは施肥技術の改善による増収手段については別途考慮すべきではなからうか。

釧路泥炭地における適当な水位とはどの程度であろうか。水位 15 cm では一部脱窒作用も見られたし、また牧草の混生比率を調節することも不便であった。しかし晴天時における発芽促進には水位の高い方が有利である。作物が成長し蒸散量が増してくると水位 15 cm にしておいてもたちまち 30～50 cm まで低下するもので、水位 15 cm に保つことは実際には問題にならないと思うけれども蒸散と水位については別に報告する。また放牧の際は蹄傷や泥濘を考慮すると水位 50 cm まで下げておくのが無難であろう。以上のように同一作物でも適水位は多少変わってくる。石塚が紹介⁹⁾している各作物の適水位は牧草 20 cm, 馬鈴薯 45 cm, 麦類 70 cm としているが*, 馬鈴薯や麦類は水位 30 cm でもこれ以上水位が上がりぬという条件が保てるならば良好な生育を示すことは先に掲げたとおりである。

今回の試験結果から適水位を厳密にきめることを避け、水位 30 cm～50 cm の範囲ということにして、これ以下を過剰排水であるとした。それよりも泥炭地排水問題の基本的な考察には前述のように大きな変革を伴っているので、この事実を認識した上で開拓計画の立案、指導の参考にとり入れて欲しい。

更に泥炭の酸化分解は水位の低下とともに泥炭の破碎攪拌によっても促進される。すなわち毎年耕起を必要とする普通作物を栽培することのために地盤沈下が一層激しくなる。従って牧草の導入は沈下防止にも役立つものであり、播種後 4 年目

* Florida Agr. Exp. Station¹⁴⁾では一般作物に対する最適水位は 18～24 吋 (45～60 cm) でこの際の沈下は年間 1～1.5 吋であるという。

の牧草畑水位 90 cm 区の年間沈下量は、わずかに 2 cm で、普通作物畑水位 15 cm 区の沈下量よりも小さかった。このことから牧草畑にすれば水位を極端に下げても良いとする見方もできるが、前述のように土壌の加里欠乏の激化や、ラデノクロバ-の抑制のほかに牧草自体の水分生理上不利となるので避けたい。このほか、排水溝の深さと水位の保持、排水能率の問題については別に検討する予定である。

V 摘 要

釧路泥炭開発基礎試験の一部として、北海道開発局官房開発調査課では地下水位を 15 cm, 30 cm, 50 cm, 90 cm の 4 段階に調節した試験圃場を設け地下水位の作物生育に及ぼす影響を調査した。筆者はこの試験の調査を一部委託されたので関係の分を取りまとめた。その主な結論は次のとおりであった。

1) 窒素施用量の少ないときは地下水位の低下に従い牧草あるいは燕麦、デントコーンなどが増収した。しかし窒素施用量を増すと水位 15 cm でも高い収量が得られた。

2) 水位が低下すると地盤沈下が著しく、特に牧草地よりも毎春耕耘が行なわれる普通作物畑において顕著であり水位 90 cm 区の沈下量が年間 9 cm に達していた。

3) 以上のことは水位が高いと泥炭の酸化分解が軽微で沈下量が小さく、また可給態窒素の生成も少ないので、作物が窒素欠乏におちいったためである。水位の低下に伴い可給態窒素量がまし増収するが、地盤沈下も著しくなった。

4) 作物の生育に最も適当と思われる水位は 30 ~ 50 cm の範囲で、収量も高く沈下量も小さかった。水位 50 cm 以下では作物は水分に不足し、地力の浪費も多いことが認められた。

参 考 文 献

- 1) ADAM, J. 1955; Report to the government of Japan on peat Reclamation in Hokkaido, F.A.O. Report No. 389.
- 2) 藤森信四郎ほか 4 名; 1956, 客土によらざる高位泥炭地の改良に関する試験, 北海道農業試験場彙報, 69 巻, 23

- 3) 市村三郎, 齊藤伝七, 昭和 26 年; 泥炭地とその農業北農叢書
- 4) 石塚喜明; 1958. 北海道における泥炭地とその開発をめぐる諸問題, 北海道農地開発協会
- 5) ———, 田中明, 昭和 30 年; 泥炭地稲作に関する研究. 土肥誌, 26 巻, 88
- 6) ———, 尾形昭逸, 昭和 37 年; 泥炭地開発改良に際しての排水水位の問題 (第 2 報) 排水位と窒素適量との関連性, 日土肥学会講演要旨, 第 8 集, 19
- 7) HARRIS, C. I., et al. 1962; Water-Level Control in Organic Soil, as Related to Subsidence Rate, Crop Yield, and Response to Nitrogen. Soil. Sci. Vol. 94, 158.
- 8) 早川康夫, 昭和 35 年; 根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う土壌肥科学的諸問題 (第 1 報) 釧路泥炭の一般特性, 道農試集 6 号, 106
- 9) 北海道開発局官房開発調査課, 昭和 33, 34, 35, 36, 37 年; 釧路泥炭地排水管理試験中間報告
- 10) JONGEDYK, H. A., R. B. HICKOK, I. D. MAYER 1954; Changes in drainage properties of a muck soil as a result of drainage practices. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 72.
- 11) 美園繁, 昭和 33 年; 実容積法による土壌物理性の測定, 土肥誌, 29, 67
- 12) NELLER, J. R. 1944; Oxidation loss of lowmoor peat in fields with different water tables. Soil. Sci. 58.
- 13) 佐藤拓次郎, 早川康夫, 1960; 排水管理による泥炭地作物栽培試験, 北海道開発局土木試験所月報, 84
- 14) STEPHENS, J. C. 1956; Subsidence of Organic soil in the Florida Everglades. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 20, 77.
- 15) 高井康雄, 1956; 水田土壌における鉄化合物の行動について, 土肥誌, 26, 467
- 16) 坪松成三, 藤田保, 昭和 33 年; 乳牛の放牧利用に関する試験 II, 各種混播草地の産乳効果比較試験, 北農試験抄録, 4, 90

Summary

Kushiro peat land extends over the Kushiro and Akan River basins in the eastern part of Hokkaido, 29,000 hectares of land are so categorized.

Notwithstanding this peat land lies in neighborhood of Kushiro City, it remains still undeveloped. This may be accredited to the poor drainage as well as to the climatic condition.

Before peat land can be farmed it must be drained. But the water table lowered, the organic matter is decomposed favorably. Controlled water-level experiments on peat land in Kushiro district, over a 5 year was found, respectively for the 90cm water-table, but little for the 15—30 cm water-table in pasture field. Crop response to nitrogen was limited mainly to 15—30 cm water-table.