

根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う 土壤肥料学的諸問題について

第6報 排水溝の深さと水位

早川 康夫[†]

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

VI The Relation of the Depth of Drainage to the Water Table.

YASUO HAYAKAWA

北海道における泥炭地の耕地面排水溝（派線水路）の深さは90～120cmであった。これを50cmにした場合幹線排水溝に対しての基底流勾配がついている限り長期にわたる地表滞水は避けられ、水位50～60cmに保たれることが分った。これは泥炭の自由水滲透速度が意外に早く排水溝底より高くなつた分の水が迅速に排出されるためであった。ただし、これは幹線排水溝掘設後数年経た地区の結果である。

1 緒 論

泥炭は通常寒冷地帯の沼沢周辺に発達するもので、その生成堆積は水と密接な関連を有する。また農地化に際しては土地改良手段として客土、酸性矯正にさきがけ、まず排水を行なうが、排水の程度すなわち排水溝の深さと間隔は生産力と地盤沈下に重大な影響をおよぼす。先報²⁾ではポンプアップして地下水位を調節し、牧草その他一般作物の栽培試験を実施したが、この結果では地盤沈下を軽減しかつ作物の水分生理に良い影響をもたらすと思われる水位は、地表下30～50cmであった。

北海道における泥炭地の耕地面排水溝（支線または派線水路）の深さは従来90～120cmと決められているので、上述の結果を実際に応用するには排水溝の深さ30～50cmの場合について水位の上昇、下降の実情を改めて検討する必要が生じた。

今回釧路泥炭地において実際に比較した結果を報告する。

なおこの試験は先報と同様に北海道開発局官房調査課が釧路昭和地区で実施中の泥炭地排水管理試験のうち栽培に関する部門の調査の一部としてとくに耕地面内の排水溝の深さと水位について分担検討したものである。従って洪水流量や流出率の計算あるいは灌漑についての基本問題は幹線排水溝の段階で検討処理されるものとして、ここでは取扱わない。

なお排水管理試験は昭和33年から開始され、当初企画設計監督の任にあつたのは元開発局調査課長補佐太田長四郎氏で、竹内一雄課長補佐が引継ぎ取りまとめの責を継がれた。この総合試験の一部として昭和33年から37年まで作物栽培（主として水位と牧草の生育に関する調査）試験をあわせ実施し、さらにこれの補足試験として昭和38年に1年間を限って耕地面における排水溝についての問題を採り上げ検討することになったものである。なおこの補足試験の施行、水位の視測などは開発局官房調査課佐藤昭彦技官、

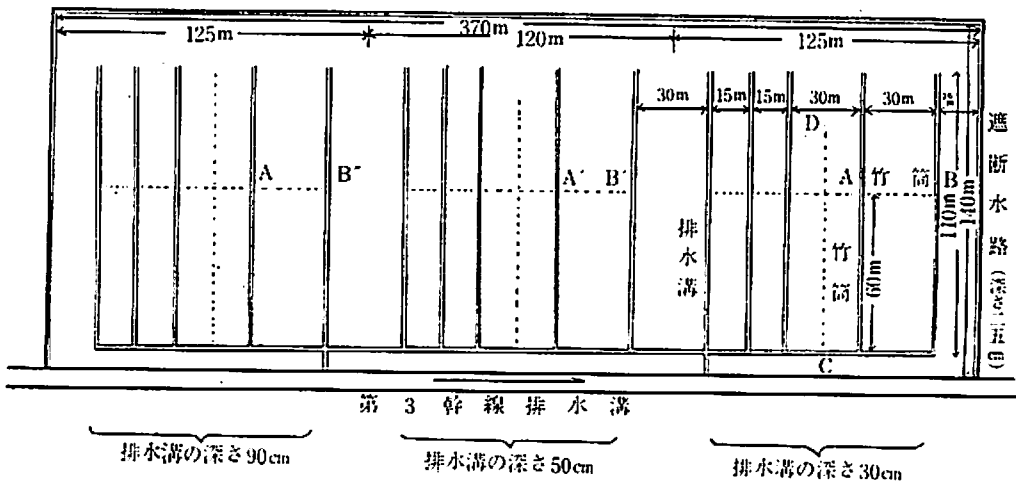
釧路開発建設部畜産技術官が担当し、調査員を委嘱されていた筆者が試験結果を取りまとめたものである。

II 試験方法

ここでは耕地内排水溝（派線水路）の問題を検討するもので、幹線排水溝[※]はすでに掘さくされていることを前提としている。従って試験区も釧路泥炭地昭和第三幹線排水溝の北沿いに横 370 m、奥行 140 m（面積 5.18 ha）をとり、深さ 25 cm の遮断水路で囲繞した。この地区は低位泥炭地で第 1 幹線排水（第 4 級）[※] 水位の作物生育におよぼす影響を試験した圃場のあった箇所）の北方約 2 km にあり原植生はト

クサ、スゲ類基群叢でトクサ、スゲを主体としキタヨシ、スマガヤ、サワギキョウ、ヤチヤナギを混生していた。昭和 34 年幹線排水溝が通じて以来やや乾燥し、さらに付近農家が地表搔乱して牧草を散播[※]したので、トクサ、サワギキョウ、スゲ、アキノキリンソウなどが優占する中にチモンと若干の赤クローバが混生する草地（8 月中旬の 10 a 当たり生草収量は 2.95 トンで大部分は野草であった）に変わっていた。この試験区内に深さ 30 cm、50 cm、90 cm の 3 段階の明渠排水溝を各 5 本ずつ、15 m と 30 m 間隔に設置したがその詳細は第 1 図に示したとおりである。

第 1 図 排水試験配置図



水位の測定は節を抜いた竹筒を試験区のほぼ中央に縦横に並べて埋め、毎朝 10 時に筒内の水面高を測った。筒の間隔は 5 m、ただし排水溝の近くは 2 m ~ 3 m 間隔であった。また深さを異にする各段階の排水溝には流去水量を測定するための転倒樽型流量計、三角堰が設置されていた。

試験用排水溝の掘さくは昭和 37 年秋に完了し、融雪時の出水を期待して準備したが、昭和 38 年度春は降雨が少なく徐々に融けたので（普通は春の降雨で雪が一時にとける）冠水が見られなかった。しかし観測を開始した 4 月 19 日には、泥炭層の心部

は未だ凍結していた。その後の降雨量は護明の都合上後に掲げたが（第 2 図）、6 月下旬から 8 月中旬の 51 日間、わずか 40 mm で半年の分に達せず釧路地方としては異常な年であった。

なお参考として雨水などが泥炭層から滲透流去する速度を火山灰と比較するため、1 m³ の泥炭と火山灰（根室支場圃場で採取した摩周系火山灰）を小型ライシメーターにつめ排出水量を自記雨量計で記録した。

さらに排水溝の深浅と自然水位の昇降が泥炭層断面の化学性におよぼす影響についても若干の試験と考察を行なったので記載した。

* 昭和 38 年北海道開発局発行の大規模釧路原野地域農地開発基本計画書には 500 m 間隔に幹線排水溝を設けることになっている。

* 造成管理が不十分で利用するまでに至らず放置されていた。

Ⅲ 試験結果

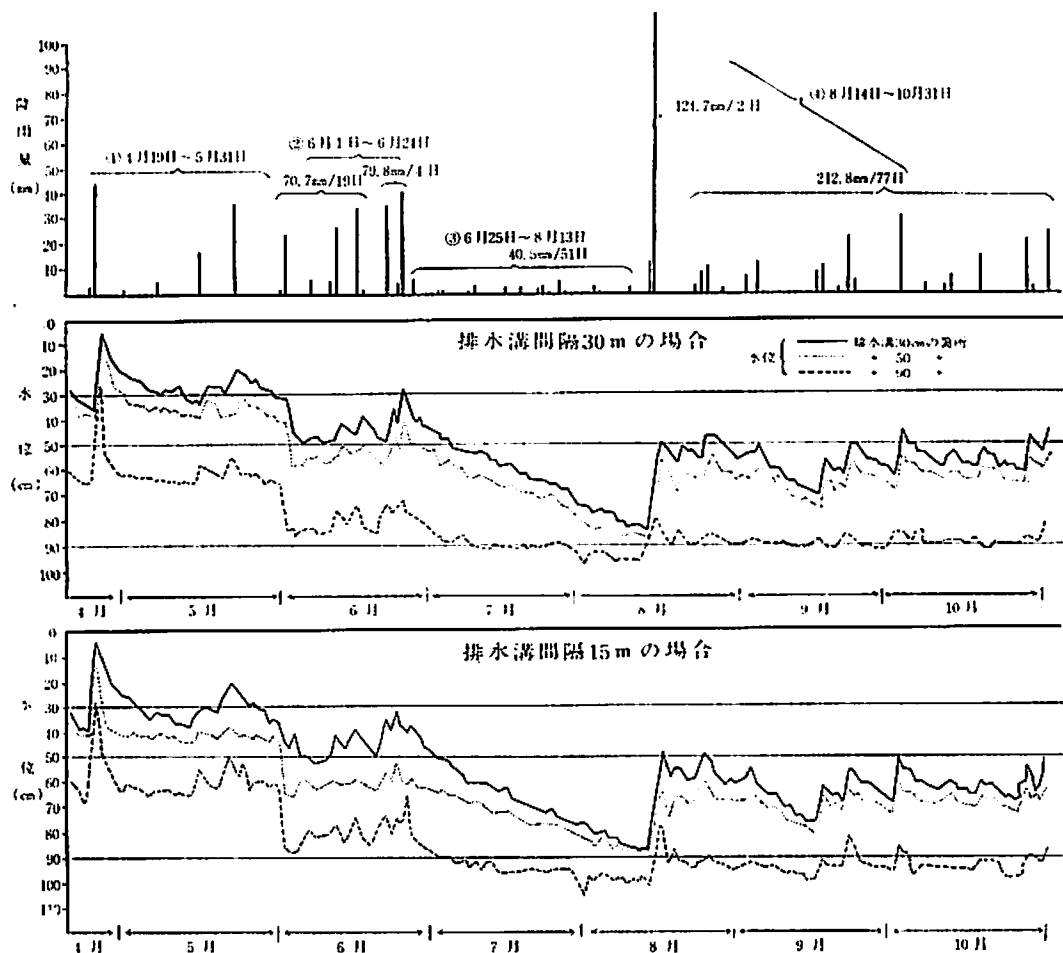
排水溝の深さと水位

間隔30mと15mの2組に分け深さを30, 50, 90 cmの3段階に掘った場合の排水溝間の水位(排水溝に直角方向にならべた竹筒中の水位の平均値)を第2

図に示した。水位の昇降は雨量に左右されるので観測期間中の雨量を並べて掲げた。

一般に泥炭地では穿孔中の溜水面を通常地下水面と呼んでいるが、自然状態の泥炭層内ではここにpF0面が存しているとは限らない。

第2図 降雨量と水位



釧路地方は濃霧の発生などのため6月～8月は多雨寡照に経過するのが普通であるのに、昭和38年はこの間の雨量が例年の $\frac{1}{4}$ 以下という異常な年であった。この異常な期間を中心として昭和38年の水位の経過を次の4期に区分した。すなわち

(1) 4月19日調査開始から5月31日までの間で、泥炭層心部に凍結層が残っており雨水の滲透を阻害していたので水位が高く、しかも降雨に

際しては容易に地表近くまで水位が上昇した。5月31日に降った21.4mmの雨で凍結層が完全に融け下層に抜けたので1夜にして水位が平均14mm低下した。

(2) 6月1日から6月24日までの23日間、降水量合計150.5mm、1日平均換算量6.54mm；釧路地方では半年この程度の降雨があるものである。

(3) 6月25日から8月13日までの5日間、降雨量

合計 40.5 mm, 1日平均換算量はわずか 0.79 mm, 地下水位は下る一方で、深さ 90 cm の排水溝以外は過水乾燥してしまった。

(4) 8月14日以降10月14日調査終了までの77日、降雨量合計377.5mm, 1日平均換算量4.38mm; 8月14, 15日に124.7mmの大雨あり、水位が1度に25cm以上も上昇し深さ30cmの排水溝からも流去水がみられた[※]。これ以降平年並の降雨があったので水位はほぼ一定水準範囲内で昇降を繰返えし極端に低下することはなかった。すなわち②と④が平年並の地下水位とみなせる。

まず排水溝間隔を30mとしたとき降雨の降水量がどれだけ上昇するかについて、降雨量10mm/日以上あった場合のうち代表的なものを第1表にあげた。

第1表 降雨量と水位上昇量の関連

観測月日	降水量 (mm)	水位上昇量(cm)			雨量1mm当り 水位上昇量(mm)		
		排水溝の深さ			排水溝の深さ		
		30cm	50cm	90cm	30cm	50cm	90cm
5月14日	16.7	9.0	7.4	7.9	5.4	4.4	4.7
6月23日	41.5	14.4	11.9	1.1	3.4	2.9	0.3
9月21日	23.2	13.7	10.0	2.7	5.9	4.3	1.2
10月26日	21.5	14.1	11.6	4.0	6.6	5.4	1.9

以上を含めてデータの整っているもの14例についての平均値を算出すると降雨量1mm当りの水位上昇量は、

排水溝の深さ 30cmのとき 4.9mm

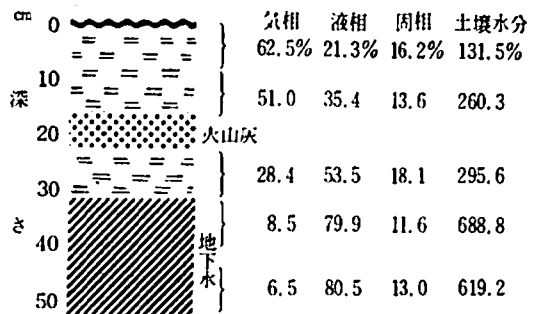
排水溝の深さ 50 〳 3.9mm
排水溝の深さ 90 〳 2.5mm

で、排水溝が深い場合は上昇水位量が少なかったが、これは地下水面に到達するまでの層間に懸垂保持されてしまうためと思う。

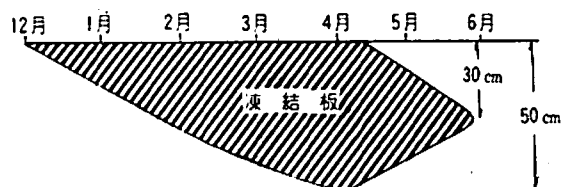
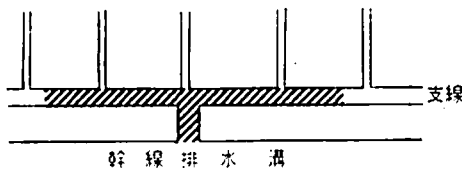
土壤水分の方から降雨に際しての水位上昇量を試算すると次のとおりである。すなわち10cmごとに深さ 50cm まで5個の泥炭土を採取し、土壤3相分布を測定した。ただしこの際の地下水面は地表下 33cm (6月下旬の地下水位の高い時期を選んだ) であった。泥炭の地下水位とは穿孔後湧出地下水が平衡を保つ水面を便宜上呼んでいるが、このように見掛け上の地下水位線以下でも 6.5~8.5% の気相を保持していた。

この地区水位線直上の部分は気相が28%強で、降雨に際し水位が上昇して水没したときの残存気

第3図 土壤相の垂直分布



* (前頁) 下図左の斜線部分は水板および残雪が5月下旬まであった箇所である。泥炭中の凍結層の存在については今回確認を欠いたが、昭和36年度の調査を下図右に掲げた。



** 深さ 30cm の排水溝内には4~5月の凍結層が残っていた期間、6月25日、8月14~15日以外は過水して水は見られなかった。

相量を差引くと、地下水の侵入を許す空間は約20%、すなわち降雨量1mmに対し約5mmの水分上昇が起きると考えられる。また地表に近い部位では同様な考慮の下で試算すると降雨量1mm当りの水位上昇量は約2mmに減じ上昇量が少なくなる。従って地下水面が33cmの泥炭地では、横

方向の水の移動がないものと仮定して計算しても地表に横溢するには120~150mm以上の降雨があった場合に限られる。

またこの泥炭の pF と土壤水分%は第2表のとおりである。

前掲第3図の地下水面以下(地表下33cm以下)の

第2表 泥炭地における深さと水分分布 (水分含量%)

泥炭層別	pF*					重力水 (0~2.7)	有効水 (2.7~3.9)	毛管水 (2.7~4.2)	膨潤水 (4.2~5.5)	吸湿水 (5.5~7.0)
	0	2.7	3.9	4.2	5.5					
地表 ~ 10cm	463.2	184.6	101.5	98.7	81.2	278.6	83.1	85.9	17.5	81.2
10 ~ 20cm	646.3	293.2	145.8	116.7	96.2	352.8	147.4	176.5	20.7	96.0
20 ~ 30cm	545.7	252.7	120.9	108.3	89.6	293.0	131.8	144.4	18.7	89.6
30 ~ 40cm	727.2	361.2	187.7	177.8	107.4	366.0	173.5	183.4	70.4	107.4
40 ~ 50cm	681.0	348.2	168.2	151.5	102.8	332.8	180.0	196.7	48.7	102.8

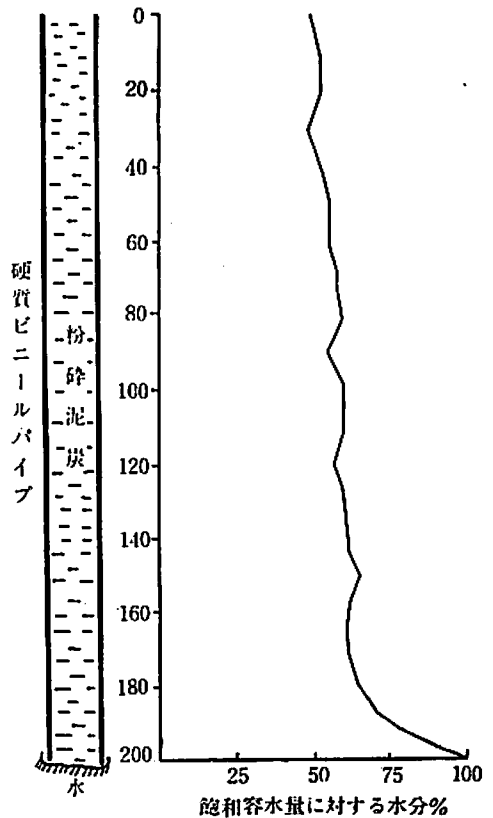
* pF 2.7~4.2は遠心分離法; pF 5.5は蒸気圧法

水分含量は、pF 0以上の重力水の範疇に入る含水比を示していたが、これは前掲第3図において地下水面下の泥炭層中に6.5~8.5%の気相が残存していたこととともに一見矛盾を感じる。このような現象を示すことについて、通称泥炭地で地下水面と呼ばれているのは穿孔後暫時して孔中に溜まる水面を指し、実際には孔が掘られたために平衡を失った重力水の溜水面であって pF 0 面はこれよりも深い層にあるはずである。すなわち自然状態においては真の意味の地下水面の上方に泥炭の繊維組織間孔隙中に平衡状態で保持されている重力水に富む層が連らなっているが、両者の境界面は明瞭に分割されず、しかも泥炭はほかの土壤に比べ重力水量が多いので、真の意味の地下水面と見掛け上の地下水面とのズレがこのほか大きいのである。従って見掛け上の地下水面以下の深さにおいて試料を採取しても pF 0 の土壤水分含有率より小さな値を示したり、あるいは残存気相が測定されたりする場合も、起こりうるのである。

また地下水面直上部(20~30cm)はわずかに重力水を含むが、大部分は毛管水以下に属する水分で占められていた。また最地表層の含水率は131%で一見高いように思えるが、有効水としての最低

限界と見なされる pF 0~3.9 の含水率が101%で

第4図 泥炭の垂直水分分布



あるからとくに豊富な量とみなしがたい。また第4層など下層に膨潤水が多く、これより上層に少ないのは洗脱された酢酸酢酸アンモニア可溶の鉄礫土がこの部位に集積しているため、このことについては後述する。

参考として滞水面からの泥炭柱の高さと3相分布について室内実験の結果を次に掲げた。泥炭は火山灰をできる限り除いた(肉眼で)釧路低位泥炭を粉砕均質化し、湿らせて高さ2m直径13.7cmの硬質塩化ビニールパイプ(測定の際分割できるよう縦断2分したものを緊縛)に密に詰め、上端から十分量の水を加える、下端を水盤中につけ10日間垂直に立てておいたものについて測定した。その際の水分含量(飽和含水量に対する水分比)は第4図のとおりであるが、鉄質土壌のようなS字型を描かず、しかも水盤水面の影響を受けるのは水面からわずか10cmで、毛管作用の極端に弱いことが認められた。

試験区における水位の下降をもたらず水分の行方について、1つは排出溝を通じての流去(幹線排水溝に向う基底流も含める)、他は蒸散(植物に吸収利用される分—消費水量を含める)が主なものと考えられる。両者の占める割合についてはとくに緻密な調査を行なわなかったので算定は難しいが、およその試算を行なってみた。

まず降雨に際し排水溝底より高く昇った水分の流出は意外に早かった。とくに深さ30cmの排水溝内に滞水を認めたのは、今回の調査期間中で①の時期(4月19日~5月31日凍結期)と③の初期(8月14日以降、124.7mmの大雨あり)で、ほかに6月中旬にも一時流去水が見られたが、短時間内に吸水した。降雨に際し排水溝底より高く昇った分の水位の下降速度について2例を次に掲げた。

すなわち降雨が止むと間もなく(翌日もしくは2日後)急減し(水位低下量が29.7cm/日にも達した)、以後ほぼ一定量ずつ低下するようになる。

水位が排水溝底以下となり下降量が鈍った時期(排水溝90cmの場合は水位80cmくらいから低下速度が鈍った。における水位の下降量について、晴天が10日間以上つづいた2例から1日当たりの平均下降量を算出した。すなわち6月25日から8月13日ま

第3表 地下水面が排水溝底より高く昇った際の水位の下降速度

調査月日	30cm排水溝区		50cm排水溝区		90cm排水溝区	
	降水量 mm	水位低下量 cm	水位低下量 cm	水位低下量 cm	水位低下量 cm	水位低下量 cm
4月24日	44.1	—	—	—	—	—
25	—	3.0	—	11.1	—	23.1
26	—	15.1	12.1	23.4	12.3	53.1
27	—	17.4	2.3	27.5	4.1	57.1
28	—	20.1	2.3	29.4	1.9	60.7
6月23日	41.5	27.7	—	40.7	—	76.0
24	—	38.3	10.6	49.1	8.4	74.4
25	—	40.6	2.3	51.3	2.2	78.0

での50日間中雨量1mm以下の晴天日は37日間あったので、この間における水位下降量を晴天日で割り1日当たりの低下量としてみると、

この間の水位下降量

- 排水溝30cmのとき合計44.1cm, 1日当たり下降量 1.19cm
- 排水溝50cmのとき合計36.9cm, 1日当たり下降量 1.00cm
- 排水溝90cmのとき合計18.9cm, 1日当たり下降量 0.51cm

9月3日から9月16日まで雨量/mm以下の晴天日は13日間あり、従って、

この間の水位下降量

- 排水溝30cmのとき合計19.7cm, 1日当たり下降量 1.15cm
- 排水溝80cmのとき合計15.2cm, 1日当たり下降量 1.17cm
- 排水溝90cmのとき合計0.3cm, 1日当たり下降量 0.02cm

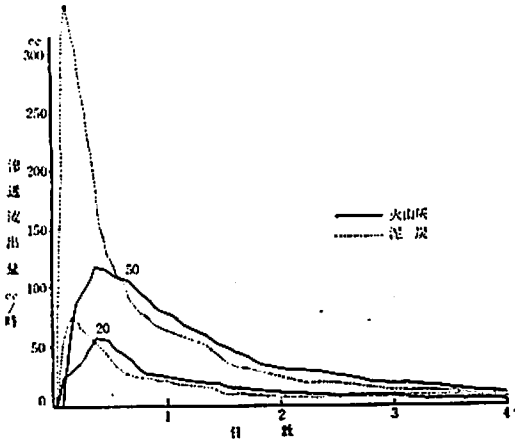
これを水分実量(単位当たりmm)に換算すると(先述降雨1mm量に対して地下水位が5mm弱上昇した概値をあてはめる)：

排水溝30cmのときは 2.4~3.0mm, 10a 当たり換算水量 2.4~3.0トン
 排水溝50cmのときは 2.0~2.3mm, 10a 当たり換算水量 2.0~2.3トン
 排水溝90cmのときは 1.0~0.04cm, 10a 当たり換算水量 1.0~0.04トン
 となり、排水溝が浅く水位の高い場合には1日当たりの低下量が大きくなっていった。

さらに水位の下降について補足検討した成績を次に掲げた。まず透過について1m³の小型ライナーに泥炭と火山灰(摩周統火山灰)を詰め

20mmと50mmに相当する水を加え、滲透流出する量を自記雨量計で記録した(滲透流出量は土壌の湿度で異なった値を生ずる。ここでは予め水に浸したのち放出して、ほとんど滲透流出が止まってからさらに3日おいたものに供試水量20ℓ、50ℓを一度に全量加えた)。

第5図 泥炭と火山灰土壌の水分滲透速度比較
(1立方メートル小型ライシメーターによる)

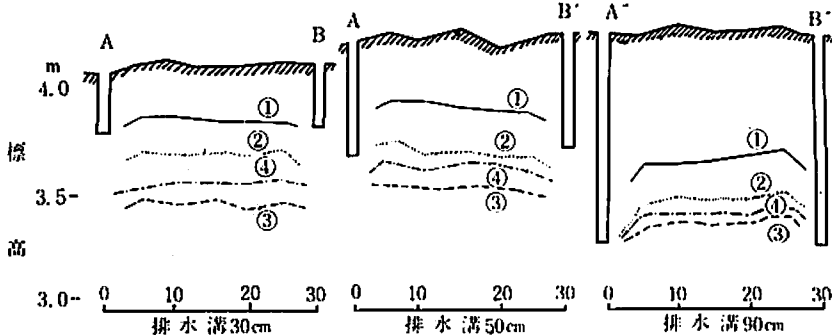


火山灰は欽質土壌の中でも滲透性の良好な部類に見なされているが、泥炭はこれよりもさらに滲透速度が早かった。今回の試験で1立方メートルの土壌をつめた小型ライシメーターに39ℓの水を注加した場合、泥炭では下端の吐出口から1時間半後に

流出し始めたのに対し、火山灰では3時間半要した。また、泥炭の保水能力は意外に小さなもので、注加後短時間で大部分が流出してしまった。たとえば20ℓ注加した際は12時間以内に全注水量の約1/3、24時間以内に1/2が、また50ℓ加えたときは12時間以内に1/2、24時間以内に2/3が流去した。すなわち、およその見当としてpF 0のいわゆる自由水(地下水などがこれに相当)は大部分が24時間以内にでてしまい、これ以降はpF 2.7以下の重力水が一定量宛*漸減しつつ落下してくるものと思う。この状態に移る点は今回の観察では流出量25cc/時以下で、この値から概算すると泥炭内における重力水の下降速度は3cm/日以下(実際にはライシメーターが小型であって正確な値は把握困難であった—現地低下速度の倍以上の値になっていた)となる。

排水溝が地下水位より低い場合pF 0の水分排出がきわめて早いことは前述のとおりである。実際にも①の時期(4月19~5月31日凍結解があった)を除くと、排水溝底より上に地下水位が保たれていた日数はあまり多くない(排水溝30cmの箇所2日、50cmで4日、90cmは8日間)。この状況についてさきに分けた4つの時期における横の線の竹筒内水位(第1図A~B)平均値を示すと第6図のとおりである。

第6図 試験圃場横の線の地下水位平均値



すなわち深さが50cmより浅い排水溝では主として融雪期または大雨の際に排水溝底を越えた分の水を流去させる効力を持つもので、この点90cm排水溝のようにおおむね地下水面と排水溝底が一致していた場合とは、機能において若干趣きを異

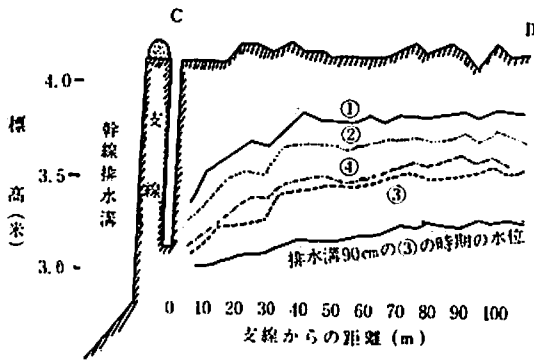
にするものがあるように思えた。

さらに排水溝30および50cmの箇所に見られたように、地下水位が排水溝底より下った場合にお

* 詳細には温度によって左右される。たとえば1日の流出量においても最低気温を示す早朝はやや多くなる。

いても晴天日1日当たり2~3cmの水位低下があったが、これは1つには試験地が幹線排水溝沿いに設置されたため、ここに向かって基底流として流去したとも考えられる。第7図に排水溝30cmの箇所において幹線排水溝に直角方向（第1図C~D）の地下水位測定平均値を①~④の時期に分けて図示した。

第7図 試験圃場縦の線の地下水位平均値
(排水溝30cmの箇所のもの)



これによると地下水位は幹線排水溝に向かって相当急な傾斜^{*}をとっており、とくに支線から3~5mまでが急で、さらに約40cmまで(幹線排水溝から50m付近)明らかな傾斜が見られ、70m奥に

入ってようやく緩くなっていた。このような傾斜は排水溝を90cmとした場合のように耕内地内(派線)排水溝を深くすると傾斜が奥まで進むが、排水溝付近の局所的な傾斜はゆるくなって落差が小さくなり、従って基底流量も減少する(前述のとおり排水溝90cmの場合の晴天時における水位低下速度は30cm、50cmの場合にくらべ小さかった)。

基底流量がどれくらいであるかについて、既往の流量図(Hydro graph)から推定してみた。すなわち、昭和34年度から第3幹線水路をはさんで向う側(南側)に排水管理試験の一環として流出量測定を実施していた。設計は今回のものに類似するが(水路の深さは全部90cm)三角堰が支線から幹線水路への落口にあったので、基底流を推定するには都合が良かった。多くの実測値から平均をとると基底流量はおおむね750cc/sec.(流域面積40.850m²)で、これを10a当たりの水量に換算すると、1.5トン/日となる。流量図のうち代表的なものとして昭和34年9月1日と昭和36年7月25~26日降雨の際³⁾について第8図に引用掲載した。

水位の低下は排水溝からの流去のほかに蒸散による消失もある。これについてまず昭和38年4月19日~10月31日の降雨量と水面蒸散量を次に掲げた(とくに正確を期すため銘路地方気象台の観測値から引用した)。

	降雨量		水面蒸散量	
	期間合量	1日当平均値	期間合量	1日当平均値
① (4月19日~5月31日)	133.7mm	3.11mm	113.1mm	2.63mm
② (6月1日~6月24日)	150.5	6.51	63.9	2.78
③ (6月25日~8月13日)	40.2	0.80	136.2	2.72
④ (8月14日~10月31日)	347.5	4.51	185.2	2.41
	671.9	3.84	498.4	2.58

すなわち期間内における水面蒸散量は498mmで降雨量の75%に相当していたが、この量を直ちに水位低下の原因にあてはめるわけにはゆかない。理由は計測容器が小さい場合には広い自然水面からの蒸散量よりも大きな値となるからであり(広い面積をもつ水面の蒸散量は直径20cm蒸発計による値の0.5~0.7といわれている)、また泥炭地表面からの

蒸散量は地表の乾湿状態によって大きな差を生ずる。とくに晴天がつづき地表が乾いてくると毛管力の弱い泥炭土では蒸散量が下りやすく、下記の自給式給水装置を用いて測定した場合、裸地で平均1.0mm/日であった。しかし現地においては野草もしくは牧草が密生し、広い表面積をもつ葉面から蒸散が行なわれている。植物からの蒸散量はこれを直接測定する代りに吸水量を用いても大差

* 対数曲線を示す

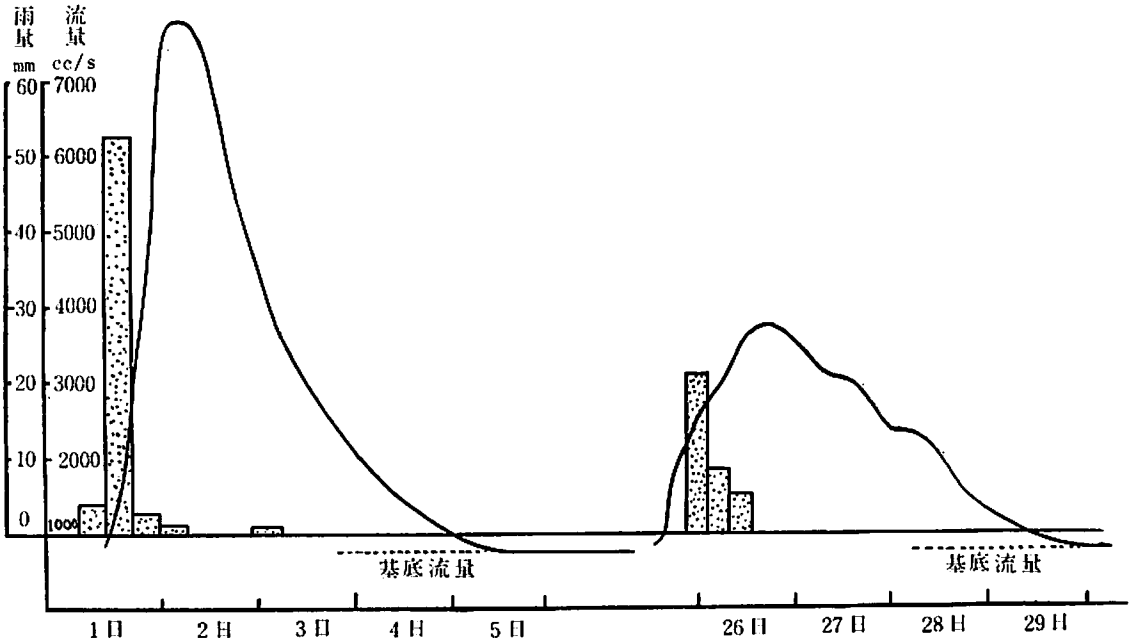
第8図 釧路泥炭地の流量図例

昭和34年9月1日の降雨の場合

流域面積	40,850m ²
降雨量	2,598mm
流出量	789m ³
流出率*	30.4%

昭和36年7月25~26日の場合

流域面積	40,850m ²
降雨量	1,863mm
流出量	395m ³
流出率*	21.2%



* 注) 泥炭地では単独降雨に対する流出率が小さいといわれている。しかし洪水を惹起するような豪雨に際して一般鈹質土地帯では表面流出水が多くなるが、泥炭地ではほとんど見られない。極端な例として北海道開発局農水部¹⁾が昭和34~37年に実施した重粘地におけるライシメーターでの測定平均値は

重粘土無処理原上	表面流出率 83.1%	下層流出率 0
彈丸暗渠	〃 12.6%	〃 36.4%
心土破碎	〃 10.5%	〃 31.8%

であって下層流出率のみを比較すると大差が見られない。

がない(ただし長期間にわたる場合に限られる)。吸水量の測定は75.2×34.9×深さ29cmの容器(面積0.2625m²)に自給灌水用給湿素焼円筒⁸⁾を2本ずつ埋め土壌を詰めたもので、装置の概要は第9図のとおりであった。

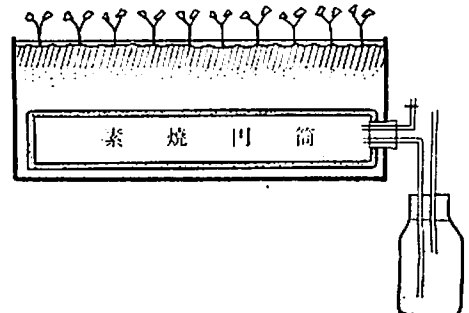
これに数種の牧草を移植して吸水量を測定^{*}した。

チモシー	単位吸水量 1日当たり 2.52mm
オーチャードグラス	〃 3.59
ラヂノクロパー	〃 1.75
赤クロパー	〃 2.96

* 測定は根室支場赤堀金平研究職員が担当した。

この値も容器の小さいことを考慮に入れるべきであるから、自然状態の蒸散量はこの実数の半分

第9図 自給灌水用吸水量測定装置



程度で、前述の基底流量推定値と同程度もしくは若干下廻る値と思われた。

以上のような補足試験を実施してみたが、水位の下降に伴う水の行方を、明確に把握できなかった。しかし排水溝の深さと機能の限界についてはおよその輪廓を知り得たので今回はこの程度に止める。

排水溝を間隔15mに狭めた場合の地下水位昇降状況は第2図下に掲げたとおりであり、大体の趨勢は似ていた。ただ降雨に際しての水位上昇が少なく(排水溝90cmの場合だけは、逆に大きな値を示していた一理由不明)、下降速度がやや早くなっていた(とくに水位が高くなった際の、下降速度が大きくなっていた)。すなわち降雨に際しての自由水排水能率が良くなっていたが、実用的には排水溝間隔30mの場合と大差がないものとみなしうる。排水溝間隔30mの場合に準じ水位上昇速度と晴天時における下降速度を試算してみると次のとおりであった。

降雨量1mm当たりの水位上昇量の平均値は

排水溝の深さ30cmのとき	上昇量は	4.94mm
" 50cmのとき	" "	3.20mm
" 90cmのとき	" "	3.64mm

晴天時1日当たりの水位下降量について

6月25日～8月13日の 水位下降量平均値	}	排水溝30cmのとき	1.27cm
		50cmのとき	0.68cm
		90cmのとき	1.01cm
9月3日～9月16日の 水位下降量平均値	}	排水溝30cmのとき	1.72cm
		50cmのとき	1.12cm
		90cmのとき	0.61cm

これを前回同様水分実量に概算してみると

排水溝30cmのときの1日当たり減水量は
2.5～3.4mm

排水溝50cmのときの1日当たり減水量は
1.4～2.2mm

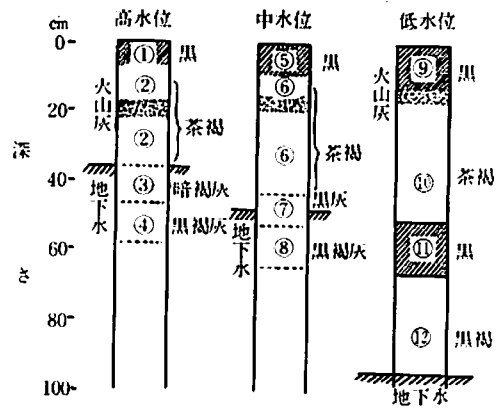
排水溝90cmのときの1日当たり減水量は
2.0～1.2mm

地下水面の深さが泥炭の化学性に及ぼす影響

排水溝を深く掘り水位を下げることによって、泥炭の酸分解や腐植化を促進するなど化学性に強い影響を与えることはすでに報告³⁾したが、地下水面の深さと関連させ補足検討した成績を書き

加える。試料は水位較差が数年間継続維持されその影響が明瞭に看取できる状態になったものとして幹線排水溝(昭和32年に掘さく)に直角の方向に3カ所を選び採取した。すなわち低水位のものとして幹線排水溝から15m離れた地点(採取時の水位92cm)、中間のものとして60m離れた地点(採取時の水位48cm)、さらにこれより奥50mの水位の高い地点(水位35cm)であった。3地点における泥炭断面の状況、とくに色を第10図に示した。これには試料番号もあわせて記入しておいてある。

第10図 水位を異にする泥炭断面と試料番号



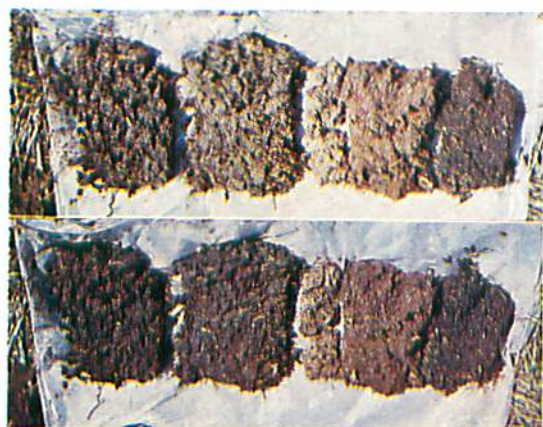
最地表層はいずれも風化して、団粒化した鉄質土壌のような感じのする黒色泥炭であった。この層の下は茶褐色(第3報²⁾で漂白作用を受けた層と指摘した部位)で新しい断面ではわずかに灰色を帯びていた。高水位箇所ではこの層の中に挟在して火山灰層が認められたが、低水位箇所では黒色の最表層部位の直下に火山灰層がきていた。すなわちとくに地表に近い部位の分解収縮が著しく、地表から火山灰層までの厚さがせばまったものと思われる。

この下には第3報²⁾で集積が起きている層であろうとのべた部位があるが、高水位箇所では地下水位線直下に相当し(試料番号3と4)掘り上げた直後は暗褐色、10数分経ると黒変し黒褐色となる。次の写真は掘り上げた直後のもの(写真上)と20分後のもの(写真下)の比較である(写真に並べられた5つの塊は左より地表→下層、すなわち試料番号1, 2, 挟在火山灰層, 3, 4で同一試料を同一条件

(写真) 掘り上げられた泥炭の黒化現象

(上一直後, 下—20分後)

試料番号 No.1 No.2 火 No.3 No.4
 深 さ (0~7cm) (7~18cm) 山 (36~46cm) (46~58cm)
 灰



で20分後に撮影したものである)。

中間水位の箇所でも地下水面以下に集積が起

っていると考えられる部位(試料番号7, 8)の大部分が存し, 高水位箇所のものと同様に掘上げておくと黒変した。

低水位箇所では漂白を受けたと考えられる部位の下に柔らかく粘着性の強い光沢ある黒色泥炭層(試料番号11)が存し, さらにこの下に黒褐の層, (試料番号12)が地下水面までつづいていた。これらの境界面は割合明瞭であり, とくに黒色泥炭層(試料番号11)は分解が進み泥炭組成繊維が崩潰しており腐植化が進んでいるようであった。

以上のような水位を異にする3箇所採取した泥炭各層の可溶性腐植含量を比較し第4表に掲げた。方法は試料を2日間 N/8NaF に浸漬後濾過を繰返えし, 濾液に腐植の色がなくなった後にさらにこれを N/8NaOH に浸漬, 同様濾過を繰返えし, 両濾液中の腐植含量を測定した。

NaF 可溶腐植のうち高水位箇所地下水面下

第4表 地下水面の高低と泥炭のアルカリ可溶性の変化(乾土100分中の腐植%)

(試料番号) 高 中 低 水 水 位 位 位	NaF 可 溶 部			NaOH 可 溶 部			アルカリ不 溶 部		
	高 水 位	中 水 位	低 水 位	高 水 位	中 水 位	低 水 位	高 水 位	中 水 位	低 水 位
地表(1,5, 9)	3.70	3.92	3.24	14.60	14.54	13.10	36.35	35.10	34.27
(2,6,10)	4.24	4.32	5.48	11.92	13.22	12.04	40.59	42.25	42.06
(3,7,11)	1.50	2.28	5.86	11.46	12.40	15.16	59.05	51.41	47.82
下層(4,8,12)	1.62	1.44	4.34	8.62	12.72	19.42	66.20	64.20	52.51

にあった層では, NaF 液が茶色をていし可溶腐植量が極端に少なかったが, 低水位箇所のはこれと同程度の深さで採取した層でも濾液が真黒で可溶性腐植が多くなっていた。また泥炭中の NaOH 可溶腐植は, 一般に高い値を示すものであって, 水位による差は NaF 可溶腐植ほどではないが, 水位の低い箇所のは含量が増しており,

とくに地下水位直上層(試料番号11, 12)はNaOH 可溶腐植にも富んでいた。すなわち水位の下降に伴い腐植化の進むことが認められた。

次に高水位箇所地下水面層以下の層を掘り上げておくと速かに異変してゆくことについて, この泥炭層中の鉄の変化との関連を見た。すなわち掘上げた直後の暗褐灰色をていしているものと,

第5表 水面下の層の黒変に伴う鉄の変化(乾土100gに対するmg)

試 料 番 号	掘上げた直後のもの			掘上げて20分経たもの		
	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺ /Fe ⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺ /Fe ⁺⁺⁺
地表(No.1)	67.3	328.0	0.21	—	—	—
(No.2)	32.8	67.0	0.49	—	—	—
(No.3)	196.0	5.5	34.72	220.4	19.8	11.13
下層(No.4)	241.2	3.9	61.85	208.1	24.5	8.49

陽光の下で20分晒して黒味をおびてきたものを現地
で2N H₂SO₄中に採取し、Fe²⁺とFe³⁺の含量を測定した。

泥炭中の鉄は最上層を除き、一般に還元鉄が多い。とくに地下水面下の層中の鉄はほとんどの量が2価のもので、20分経た試料では3価鉄含量が数倍になり土色を変化せしめたもので、その量は

2価の鉄含量の10%程度であった。この表で第2層の鉄含量が少ないが、これは洗脱漂白を受けたためである。このことについての詳細はすでに第3報²⁾にのべたが改めて水位を異にする各層を硝酸硝酸アンモニア液で処理した際溶出する硫酸鉄礬土と水溶性のSO₃量を測定し第6表に掲げた。

これによれば最地表面は無機膠質物に富み風化

第6表 地下水面の高低と Tamm 液可溶性鉄礬土と水溶性SO₃量

試料番号 (高水位 中水位 低水位)	Tamm 試薬可溶性物質 (mg/100g)									水溶性SO ₃ (mg/100g)		
	高水位	中水位	低水位	高水位	中水位	低水位	高水位	中水位	低水位	高水位	中水位	低水位
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	高水位	中水位	低水位
地表 (1, 5, 9)	198	128	1,348	264	160	1,168	208	88	1,020	15	12	15
(2, 6, 10)	216	160	244	164	204	312	164	144	174	9	13	12
(3, 7, 11)	156	216	404	160	280	452	134	304	408	33	35	17
下層 (4, 8, 12)	160	352	344	165	256	504	172	220	588	42	47	42

が進んでおり、とくに鉄含量が高かった。第2層は鉄礬土の少ない部位で洗脱漂白を受けたものとみなせる。この下には鉄礬土の集積している層が存するが、この部位はまた高水位および中水位箇所では地下水面に接する層でもある。

泥炭は先述のように勾配落差があれば透水性は非常によい。従って深い排水溝が掘られた場合は酸性腐植を含む雨水が滲透するため Podzolization と類似的作用によって漂白層が完成されたと見なせる。しかし高水位および中水位箇所のよう地下水位が50cm前後で、降雨の度に昇降を繰り返さずとなれば地下水ポドソルと見なして、漂白層（排水溝の浅い箇所では挟存する火山灰層はやや褐色をおびる）を水成漂白層 Hydro morphous bleached horizon として Gleization* を重く見るべきであろうと思う。

SO₃含量については、もし降雨蒸散のみで地下水面が昇降運動を繰返しているならば、地下水接線付近に集積しているはずである。第1報¹⁾に紹介した箇所はまさにこのような条件下にあり（幹線排水溝よりやや離れた位置にあった）、SO₃の集積が顕著であったものと思う。しかし今回は幹線排水溝にも近く支派線も数多く掘さくされていて

基底流が激しく、SO₃の大部分はすでに流乏したのではないかと思う。すなわち横位移動した水量が相当多かった証左ともいえる。

IV 考 察

地下水位が作物に害をおよぼすほど上昇する原因には2つある。1つは低凹地にあって付近丘陵から集水滞留する場合、泥炭地形成の発端となった要因でもある。釧路泥炭地の大規模開発計画書は地区周辺をめぐって集水用幹線排水溝を設置し丘陵部からの流入を完全に遮断することになっているので、耕地内の排水溝においてはこれを考慮する必要が除かれた。

次に豪雨、長雨、または融雪に際し地下水面が上昇してくる。これも今回の調査で排水溝底より高くなった部分は幹線排水溝が横溢逆流してこない限り流去が速かた、たとえば単独降雨に際してはおおむね24時間以内に排出することが分った（ただし排水溝の深さ30~50cmのような基底流勾配の大きな場合に限る）。さきの報告³⁾で推定した作物の最適水位50cmである前後に保つことを目的とし、地表に横溢することを極力防止するのであれば、耕地内の排水溝は深く掘るよりも浅いものを密に掘る方が能率を上げうる。理想的にはこれに切断排水あるいは弾丸暗渠が加わればさらに良い。しかし突

* 泥炭は土壌型分類体系では Intrazonal なもので Gleization により生成したものとして取扱われている。

際には泥炭中の自由水の滲透移動の速度は勾配のあるところでは意外に早いこと、また作物の吸収蒸散する水分消費を加算すると、排水溝は深さ50cm、間隔30cmであっても幹線排水溝が整備されている限り長期にわたる地表滞水は起こらぬと思われる（釧路泥炭地大規模開発計画では幹線排水溝を500m間隔に掘さくする予定になっている。すなわち集水奥行きはその半分の250cmとなる。今回の調査では幹線排水溝に直角に奥へ120mまで水位を測定したのみであって、これよりさらに奥に入れば地下水面は高くなり基底流量も小さくなると思うが、しかし耕地内の派線排水溝底を越えた部分の排水が速かであることには変わらない）。

また今回は季節的な降雨量の相異から4期に分かったが、これは③期（6月25日～8月13日）が異常に寡雨であったため、通常の年であればむしろこの時期は最も雨の多い期間である。従って一般には①期（4月19日～5月31日）—②期（6月1日～6月24日）の地下水位の状態の延長が④期（8月14日～10月30日）へとつづいてゆくはずで、地下水位が③の末期の位置にまで下るのは稀れな現象といえる。この際認められた1日当たり2～3cmの地下水位の低下は前述のように基底流と蒸散によるものであろう。両者の割合については資料不足で判定しがたいが、補足試験と現地の概況から、半々もしくは2/3を前者が占めるのでなかろうか。

今回の各期における地下水位の平均値は

	排水溝間隔30m			排水溝間隔15m		
	排水溝の深さ			排水溝の深さ		
	15cm	30cm	90cm	15cm	30cm	90cm
①期	26.3cm	32.7cm	64.0cm	29.7cm	42.1cm	60.5cm
②期	44.0	53.9	82.4	45.4	62.1	82.3
③期	67.7	72.3	90.9	67.6	75.2	93.8
④期	56.2	63.4	86.9	59.9	67.6	90.2

排水溝の深さ15cmおよび30cmの箇所では③期を除くと地下水面が排水溝底よりやや低い位置、すなわち50～60cmに保たれていた。これは幹線排水溝ができ付近丘陵からの集水が絶たれた状態になったとき、降雨による地下水の上昇と基底流蒸散作用による下降が、平衡を保つ平均水位と見なせる。すなわち融雪、豪雨などに際し水位が上昇しても再びこの深さまで下降し（高山、丸山）は根の垂直方向の吸水利用を調査し大部分は地表下40cmの比較

的浅い層内に含まれているものを利用し、かつ蒸散するものであるとのべている。従って基底流勾配が小さくともこの深さまでの地下水位低下は夏季ならば短期間に逆せられると思う）、これを繰返すことによって泥炭断面に洗脱層*と集積層が見られるようになるとも考えられる。これまでの調査でも北海道の泥炭地では集積層の位置が50～60cmにある場合が多かった。すなわちこのような水位の輪廻をそのまま利用するという立場から排水溝の深さを再検討して見ることも興味のある点である。

以上のように耕地内の排水溝は作物に直接害を与える地表横溢水の除去を主目的とすべきで、付近丘陵からの集水遮断、余剰水を排除して洪水を防止するなどの機能は大規模計画の段階で幹線排水溝の設計の際検討されるべきものである。従ってこの限度内においては耕地内の排水溝は50～60cmの深さがあれば、作物に害を与えるような長期間にわたる地表滞水を防ぐことができる。

しかしこの結論は実施箇所が4年も前に幹線排水溝が掘られてあった地区であったことも考慮すべきであらう。前述のように泥炭地の地下水位、(pF 0面)といっても重量水との境界面(pF 0～2.7)が判然としていない。自由水の排除は早くとも泥炭内の重力水の移動速度は遅く、これが基底流として排出されるまでに長時日を要する場合もある。しかも泥炭は Hysteresis が大きいので一旦乾くと吸水しがたく、従って透水移行しやすい性質に変わる。このことから予め幹線排水溝が設けられてあったか否かでは排水能率が大きく異なってくるものであり、一般には開発後2～3年間は水はけの悪い状態がつづくようである。この観点から泥炭地の農地化には幹線排水溝の整備を2～3年さきに進めておくことが必要であると思う。

V 摘 要

釧路泥炭地において数年前に掘さくした幹線排水溝に沿って深さ30cm、50cm、90cm、間隔15m、30mの耕地内排水溝（派線水路）を設け、フンを抜いた竹筒を縦横に埋設し毎日水位を測定した。泥炭地は一般に寒冷過湿地帯に発達し過剰水分の

* 地下水ポドゾルである。

除去が難しいとみなされているが、泥炭そのものは孔隙が大きく自由水や重力水の排除速度が早いものである。すなわち

- 1) 10mmの降雨に際し上昇する泥炭中の水位は、
排水溝の深さ 30cmのとき 4.9cm
" 50cmのとき 3.9cm
" 90cmのとき 2.5cm

2) 水位下降量のうち排水溝底より高い分はとくに迅速に低下するもので、排水溝の深さ30cmと50cmの場合は10cm/日以上であり、幹線排水溝水面と耕地内水位に較差のある間は地表滞水は起こりがたい。

- 3) 耕地内の水位が排水溝底より下っても、引きつづき水位が低下する。この際の下降量は
排水溝の深さ 30cmのとき 1.2~1.5cm/日
" 50cmのとき 1.0~1.2cm/日
" 90cmのとき 0.5~0.1cm/日

これは基底流として直接幹線排水溝に排出するものと、植物体表面からの蒸散により消失したものと思われる。

- 4) 以上の値は排水溝間隔30mの場合のものであるが、15mに短縮しても大差がなかった。
従って幹線排水溝が整備され基底流勾配がついておれば、排水溝を深さ50cm、間隔30mにしても作物に障害を与えるような地表滞水は防げるものと思う(ただし基底流勾配が確立するまでには幹線排水溝掘さく後2~3年を要する)。

引用文献

- 1) 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問題について, 第1報, 北海道立農試集報6号, 106.
2) ———, 奥村純一, 昭和37年; ———第3報, 北

海道立農試集報9号, 49.

- 3) ———, 昭和38年; ———第4報, 北海道立農試集報11号, 21.
4) 北海道開発局農水部, 昭和38年; 重粘土地開発試験報告書(開拓基礎調査)27.
5) 北海道開発局長官房開発調査課, 昭和35, 36年; 釧路泥炭地排水管理試験中間報告, 昭和34年度, 及び36年度.
6) 増島博, 昭和37年; 十勝火山灰土壌の土壌水分系に関する研究, 北農試彙報77号, 40.
7) 高山卓爾, 丸山吉雄, 1930; 陸稲の根の発育と土壌の各層よりの水分吸収, 日, 作, 紀2巻.
8) 玉井虎太郎, 昭和36年; 作物の要水量, 作物生理講座3巻, 38.

Summary

Authors measure the variations of water tables in the areas which are dug for drainage canals, 30, 50 and 90cm deep in Kushiro peat land.

- 1) If heavy rains occur the water table is held at a high level, but the water should flow more speedily to the bottom of the drainage canal, so it would not remain on the surface for long period of time.
2) When the water table is down below the bottom of the canal, the water table will fall 1 cm per day, which causes water loss, slow current of the ground water and transpiration.
3) For practical use the main canal should be dug out, and the optimum distance between drains should be 30cm apart and 50~60 cm deep.