目　次

まえがき …1
農業土木学会農地保全研究部会　部会長　小林　裕志

1.特別講演　「農業土木学が検証する干拓地の汎用化利用」 …3
岡山大学名誉教授　長堀　金造

2.特別講演　「これからの干拓技術の展望」 …7
(財)家計経済研究所　吉村　彰

3.研究報告　「干拓地の復権－野生生物との共生を目指して－」…11
北里大学獣医畜産学部　杉浦　俊弘

4.研究報告　「八郎湖の水質保全と干拓農業地域の土・水系管理」 …27
秋田県立大学短期大学部　近藤　正

5.研究報告　「泥炭地の利用と保全」 …43
農村空間研究所　梅田　安治
北海道大学農学部　井上　京

農業土木学会農地保全研究部会　規約 …61
農地保全研究部会研究集会のあゆみ …62

ま　え　が　き

農業土木学会農地保全研究部会
部会長　　小林　裕志（北里大学）

1979年発足という、農業土木学会でも伝統ある農地保全研究部会の今年の研究集会は秋田市で、さらに現地見学会は八郎潟干拓地の農業・農村を対象に実施することになりました。

すでにご案内のとうり、今回のメーンテーマは『湿地の活用・保全』として、農地保全の新たなる展開方向を探ることにしました。

講師には別掲のとおり５名の方々をお願いしました。

特別講演の長堀金造先生は、永年にわたり西日本沿岸の干拓地造成に学術的なご指導をされてきました。吉村彰先生は、国の行政中枢部に在職中、干拓地造成技術の確立にご尽力されました。お二人とも、昭和時代の干拓地に深く関わってこられた実績を礎に、今日の干拓を巡る社会的混乱を整理する途を示唆されるものと存じます。

午後の部では、３人の講師に最近の研究報告をお願いしました。

杉浦俊弘先生には、青森県の干拓地を舞台に野生生物との共生をコンセプトにした環境教育牧場の創出について、近藤正先生には、八郎潟干拓地を舞台に環境保全型農業への取り組みについて、梅田安治先生には、北海道の泥炭地を舞台に湿地保全と利用の実践についてご講演いただきます。

今回の企画は大学と行政とが幾度となく協議して実現させたものでありますが、意図するところは、農業土木を取り巻く昨今の厳しい時局を鑑みるに、私たちの農業土木学会としてもその社会的な役割を原点に戻って再考してみたいことでした。ご参会の皆様には、このような事務局の狙いがいささかなりともご理解いただけますならば有り難いと思っております。

おわりに、今回の研究集会と現地検討会の準備に献身的なご協力を賜った秋田県農政部に深く御礼申し上げます。

特別講演

「農業土木学が検証する干拓地の汎用化利用」

岡山大学名誉教授

長堀　金造

農業土木が検証する干拓地の汎用化利用と展望

岡山大学名誉教授　長堀金造

要旨

1．干拓の歴史的変遷

わが国の干拓事業は約 1400 年前に有明海の北端、今の佐賀県が最初であると伝えられている。わが国の代表的な干拓地は有明海沿岸、児島湾沿岸、木曽川下流域があげられ、それらの合計はおよそ 27 万 ha に及んでいる。その後も藩の財政確保のため干拓による新田開発が進められてきた。明治時代に入ってからも 1,000ha 規模の干拓地として神野新田（愛知県）藤田新田（岡山県）郡築新田（熊本県）らが代表的である。特に藤田干拓は明治 10 年に来日したオランダ人ムルドルエ技師の計画を参考にしている。

大正 7 年には全国的に米騒動が起こり、耕地拡大のため大正 8 年に開墾助成法が制定され、干拓事業補助助成の途が開かれた。昭和 4 年には開墾助成法が改められ、国営干拓事業第 1 号として臣椋池干拓（京都）600ha が着工された。さらに、児島湾第 2 期干拓（三・五・六区）と印旛、手賀両沼、八郎潟の実施調査が行われ、国営干拓の起源となった。その後、農地開発営団によって計画された干拓予定地約 25 ケ所、総面積約 4,400ha となったが、開戦によってわずか 580ha 完成して頓挫した。

昭和 20 年（終戦）11 月、政府は「緊急開拓事業実施要領」を閣議決定し、湖面干拓 75,000ha、海面干拓 25,000ha の干拓を国営直轄で実施する方針を打ち出した。昭和 21 年から干拓事業は順次実施され、昭和 32 年には国営代行補助事業地区は約 100 にも達した。全国的分布をみると有明海、不知火海、瀬戸内海、伊勢湾ならびに渥美湾など古くから干拓が行われてきた地域といえる。湖面干拓では印旛沼、手賀沼、琵琶湖、霞ヶ浦周辺に集中している。昭和 29 年にはオランダのヤンセン、フォルカー両氏の助言を生かした大規模な八郎潟干拓事業が前進し、昭和 32 年に着工の運びとなった。

昭和 30 年代に入ると高度経済成長期を迎え農業と他産業との所得の格差が増大し、零細農家が顕在化の背景もあって土地改良事業の目的とした食糧増産から農業生産性の向上へと政策転換が図られた。昭和 36 年には農業基本法が制定された。しかし、農業、農村は低迷を続け、昭和 40 年代に入るとわが国の経済や農業を取り巻く環境が激変する。その一つは農産物貿易の自由化で食糧輸入拡大という内外からの強い圧力があり、さらに昭和 42、43 年の米の大豊作による米の供給過剰と財政負担の増大という背景があって、昭和 44 年、遂に稲作転換政策が決定される。このような状況から稲作中心で進められてきた干拓開田政策が全面的に改正せざるを得ない事態となった。すなわち、開田を目的とした干拓は一切認めない方針が打ち出され、すでに計画されている干拓、着工されている干拓地でも計画変更し、開畑造成の干拓事業となったのである。

この計画変更で、直接事業変更されたのは当時大規模干拓事業として着工中であった河北潟干拓（昭和 38 年着工）、笠岡湾干拓（昭和 41 年着工）、中海干拓（昭和 43 年着工）であった。その後も米は生産過剰基調にあり、米の生産調整、水田の休耕政策から水田の汎用化利用への基盤整備が緊急を要する問題となり、昭和 46 年から水田の汎用化の

ための技術開発研究が行われ、昭和 51 年に「汎用耕地化のための技術指針」がまとめられた。さらに、昭和 53 年に水田利用再編対策が閣議了承され、従来から水田として利用されてきた干拓地帯の水田でも畑作転換をしなければならなくなった。昭和 61 年には優良農地（畑）の造成と防災対策のために諫早湾干拓が着工され現在、事業が進行している。

2．汎用化による諸問題の発生と対策

本来干拓地は海面下４～５ｍの地面が農地になるので排水（暗渠）管理が最も重要である。技術指針でいう汎用化は、同一水田圃場において稲作利用と畑作を交互に行い得るよう基盤条件を整備することであるが、ここでいう汎用化は干拓地の水田地帯の中で部分的に畑作にした場合、つまり転換畑にした場合に発生する問題と対策について児島湾干拓地を事例として述べる。この場合、問題となるのは隣接水田からの浸入水の影響と、その要因、また浸入水の遮断の対策、水分環境の目標値、地下水位の変動とｐＦ値、作物生育に適した水分環境調節のための地下水条件等々について児島湾干拓地において調査した結果から技術的指針とした特徴的な２、３の事例をＯＨＰで述べることにする。さらに当初開田計画で着工した干拓事業が開畑計画変更によって生じる塩害問題と対策について、笠岡湾干拓を事例として述べることにする。笠岡湾干拓は干陸されると高濃度の塩分を含んだ海底ヘドロがそのまま畑地になるわけであるから営農の面からは、干陸直後からの土壌の脱塩をできるだけ早く進めて作物の正常生育が保証されるような基盤整備を行う必要があった。しかしながら、海底ヘドロを畑地にした場合の除塩技術のノウハウは当時のわが国ではほとんど無かったと言っても過言ではなく、このような塩害制御の技術研究が重要な課題であった。これらの成果についてＯＨＰによって述べることにしたい。

3．干拓地の役割と展望

最近、諫早湾干拓事業を無駄な事業の代表みたいなことをいう者もいるが、干拓地に求められている農地の確保と防災の役割がどれほど重要であるかを本当にわかって言っているのであろうか。世界的にみて、農業には世界の全就業人口の 45 ％が従事しており、農牧地として利用している土地面積は今や森林面積を上回り、世界の土地面積の 44 ％を占める状況にある。特にアジア、アフリカ、中南米の発展途上国では人口増大による農牧地の拡大のために広大な森林資源を失い、それによって地球の温暖化を助長しただけでなく、多くの生物種の絶滅を引き起こしてきたといえる。さらに悪いことには折角開墾した農地でも砂漠化や塩類化によって不耗化している例も少なくない。世界の国々のもつ農地は決して生産条件が整っているとはいえないようである。一方、世界各地で多発している異常気象による農業災害（大洪水、干ばつ、寒冷）の各国の被害の大きさは尋常ではない。

近年の世界の農業生産の動向と世界の人口の激増しつつある状況をみるときに、いつまでわが国が大量の食糧を輸入し安定供給の確保ができるというのであろうか。わが国の現在の食生活を維持するためには 1,200 万 ha の農地を海外に依存しなければならないとしているが、前述の世界の生産環境の背景からみて、果たしてそれが持続的に維持

できるのであろうか。将来を展望するとき、気候風土の豊かなわが国が食糧自給率を高める方策を練り上げていくことこそが我々に求められている課題ではないか。そして、肥沃にして広大な面積が確保されている干拓地こそを汎用化利用によって一層生産性の高い多面的な農業の展開を可能にし、自由化競争にも打ち勝つことのできる条件を具備しているといえる。干拓地はまさにその役割を担える最良の基地と考えるべきではなかろうか。

引用・参考文献

1．長堀金造（1994）：干拓地の農地工学（大学教育出版）
2．石川重雄（1991）：干拓地土層の構造発達と農地化過程に関する研究（博士論文）
3．農業土木史（1979）：農業土木事業の展開（農業土木学会）
4．汎用耕地化のための技術指針編集委員会（1979）：汎用耕地化のための技術指針（農業土木学会）

特別講演

「これからの干拓技術の展望」

家計経済研究所

吉村　彰

これからの干拓技術の展望

財団法人　家計経済研究所　専務理事
（元国土庁長官官房審議官）
吉　村　　彰

I　干拓事業の潮流

1．適地は？

海象

地形

地盤

2．干拓地の用途（なぜ“干拓”をするのか？）

1）　背後地の保全

2）　新しい国土利用のための用地

工場用地（工業団地）

住宅地

飛行場用地

Ⅱ　骨太の「方針」には、わが国の国家としての超長期戦略は全くうたわれていない

Ⅲ　次世代の干拓技術の活躍の場は何か

1．海外での技術協力

2．日本の農業の構造改革のツールとする

1）農地の所有権・利用権・賃貸借権の分離

2）休耕田・中山間地を含めた農地の交換分合

3）関係法令の改正が必要

研究報告

「干拓地の復権－野生生物との共生を目指して－」

北里大学獣医畜産学部

杉浦　俊弘

干拓地の復権
—野生生物との共生を目指して—

北里大学獣医畜産学部　杉浦俊弘・小林裕志・堤　聰

1．はじめに

従来の農業土木事業は，土地改良事業，農地開発事業，農村総合整備事業と，いずれも，農業，農地，農村というように，あくまでも「農」のための事業であった。一方，近年の地域環境工学では，対象範囲を農地や農村集落から地域全体に広め，そこに生きる動植物や人間と地域生態系全体へと広げることで，今まで以上に自然環境との調和への配慮が重要視されてきている。しかし実際に行われている事業の中には，まだ従来の農業土木事業からの発想が多く含まれているようであり，このギャップが目立った事業に対しては，厳しい批判がなされているようである。特に干拓事業への批判がめだつ。例えば諫早湾干拓事業が，「高能率，高生産性農業を実現するとともに，総合的な防災対策を可能にし生産空間，生活空間と自然空間の調和のとれた地域整備に寄与するプロジェクトである」としながら，実際には干拓事業によって「干潟の高い水質浄化能力や魚介類の産卵場所および内湾生物の生息場所が奪われる」など，「調和のとれた地域整備」とは言い難い点に対して批判が集中しているようである。このようにここ数年間は，事業あるいは学会が，従来の「農業土木学」から，いかにして「地域環境工学」に転換をはかるかの重要な時期であると考えられる。

本発表では，従来の農業土木的な発想から離れ，地域環境工学的な発想で干拓地を見直すことで，「復権」を図ろうとするものである。すなわちここでの「干拓地の復権」とは，「農業土木事業としての干拓地」から「地域環境としての干拓地」への転換を目指すものであり，その指標として「野生生物との共生」を取り上げている。その先駆的な事例として北里大学を中心とした研究グループが，「ヨシの原」となった干拓地を，「農業による生態系保全を実践する場」として再び活用しようとしている「三沢市環境教育牧場構想」を紹介しながら，地域環境としての「湿地の活用・保全」を考えるための問題を提起するものである。

2．干拓地に牧草地を造ることになった経緯

(1)「仏沼干拓地」の歴史

対象地である仏沼干拓地は，青森県三沢市の北部に位置している。ここは，図-1 に示すように，小川原湖と太平洋に挟まれたところである。

「仏沼」をめぐるこれまでの推移を表-1 にまとめた。「仏沼」の名前のとおり，昭和30年代初頭までの地図には，「沼」として記されている。この頃の日本は，全国的な米不足で増産運動が展開され，東北地方には開田ブームが押し寄せた。米価は上昇し，寒冷地での稲作技術も進歩した。東北地方では八郎潟の日本で最大規模の干拓事業が進み，青森県でも水田造成が盛んであった。そのような社会情勢のなかで，1964年に仏沼の干拓事業が

県営で開始された。青森県で最初の干拓事業であった。

仏沼干拓地の造成水田を，より多くの農家に払い下げるために希望者を募集したところ，311戸の農家に払い下げることとなった。干拓は1969年に終了し，その年から水田造成が開始され，まず26haが水田となった。1970年には95haの造成予算がついて工事に入ろうとした。しかし，ここで思わぬ邪魔が入り，工事はストップさせられてしまった。仏沼を含む周

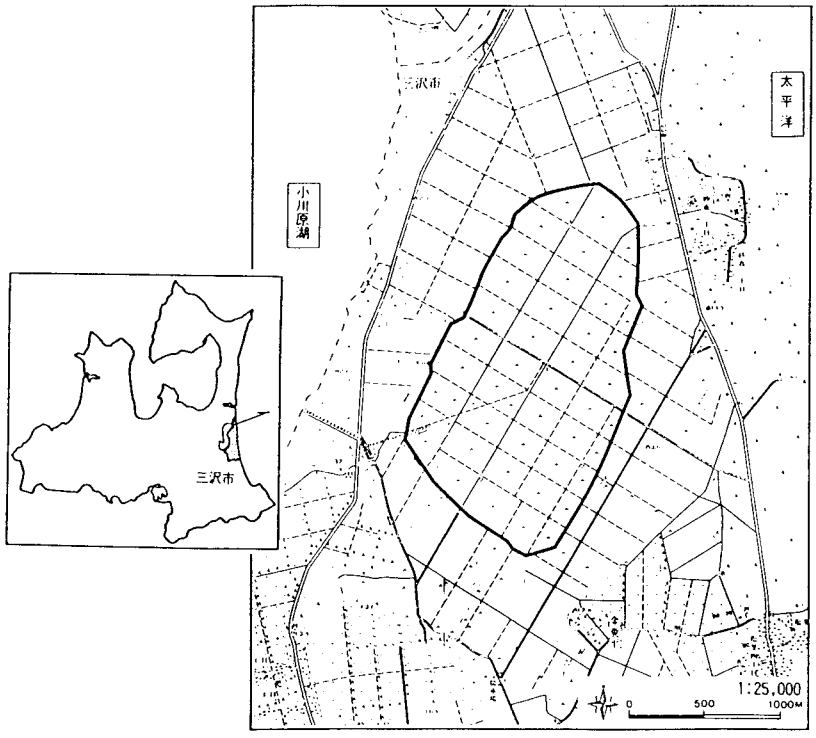


図-1　調査対象地の位置

表1　仏沼をめぐるこれまでの経緯

年	国／三沢市の農業	三沢市公共牧場	仏沼干拓事業／土地改良区	自然保護団体等	環境教育牧場
1961年		公共牧場の設置			
1962年	ビートの導入				
1963年	粗糖の輸入自由化				
1964年	畑作物の輸入自由化	分場増設	干拓事業開始		
1965年	水田造成拡大				
1969年			水田造成開始		
1970年			むつ小川原開発で工事中断		
1971年	稲作転換対策実施		干拓事業再開、畑地に計画変更		
1972年		預託放牧への転換	干拓事業終了		
1973年			火入れ／管理排水	オオセッカ確認	
1978年	水田利用再編対策実施				
1980年	冷害／複合経営化				
1982年				本格調査開始	
1984年				「オオセッカ村」設立	
				土地購入開始	
1987年	水田農業確立対策実施		土地利用計画推進の陳情	自然保護の陳情	
1989年		畜産公社の設立			
1992年				全国への募金活動	
1993年	水田営農活性化対策実施/冷害	分場の閉鎖縮小			環境アセスメント調査
1994年					環境教育牧場設置調査
1995年					ビオトープ基本構想調査
1996年	新生産調整推進対策実施	環境教育牧場開設決定			推進協議会発足
					モニタリング部会発足
1997年				環境庁オオセッカ調査	
1998年	緊急生産調整推進対策実施				用地買収
1999年					↓
2000年					↓
2001年					事業開始（02年着工）
					モニタリング調査開始

辺地域がむつ小川原開発地域の区域に入ったため，この地域を補助金で水田にするのは問題がある，と国会で取り上げる者がいたからであった。これが仏沼のその後の歴史を大きく変えてしまった。翌年の1971年には，この問題が解決して事業が再開されることとなった。ところが今度は，その年がちょうど米の生産調整政策の2年目にあたり，減反割り当てが強化されていた。その結果，米の過剰のもとでは水田造成は認められず，急遽計画が変更され，残っていた190haは畑地として造成されることとなった。地権者たちは稲作に意欲を燃やしていたのでこの決定には強い不満があったが，反対してまったく造成ができなくなってしまうことを恐れ，また将来は水田として認められるかもしれないとの期待から，止むを得ず畑地として造成することを了承した。

こうして1972年には耕地として造成が完了した。そしていよいよ耕作が開始されたが，もともと水田として基盤が造成されているので地下水位が高く，普通の作物は栽培できなかった。そこで牧草を蒔き，牛の放牧地として利用することとした。このときには先に水田として造成された26haも減反目標達成のため同様に牧草地にしようとした。その結果，約300頭が放牧されることとなった。ところがこの牛は，湿地や排水路に落ちて事故を起こすことが絶えず，さらに疾病も多発して牧草の生育もよくなかった。数年間放牧地として利用してきたが，結局うまくいかず，放牧地として利用することはあきらめざるを得なかった。しかし他の利用方法も見つからず，最終的には耕作を放棄するしかなかった。

しかしながら，ポンプを止めてしまってはもとの沼地に戻ってしまうので，将来水田として利用できる日の来ることを期待しつつ，排水を続けてきた。生産調整政策の前に水田として造成された26haについては，稲作をやめて牧草地として利用することで転作奨励金が得られることとなった。この奨励金を排水機の維持費や排水路の維持管理，牧柵の修理などに利用しながら何とか農地（牧草地）としての利用を進めてきた。

干拓地として造成された後の管理としては，ポンプによる排水処理と毎年春先（4月上旬）に前年産のヨシの枯死体を焼却する野焼きを継続している。特にポンプによる排水は，1年間休むことなく続けられ，それに要する電気代や維持管理には莫大な費用が費やされており，さらに最近では，ポンプの老朽化が進んで，いつ故障してもおかしくない状態といわれている。これまでの経験から，万が一このポンプが停止すれば，2週間以内に干拓地の中心部をはじめとするほとんどの地域が水没することが予測されている。

このような，悲痛な思いで農地として必死に守ろうとする農民とはまったく別に，この場所に注目するグループがあった。宮城県で1936年頃に繁殖が確認されて以来「幻の鳥」とされていたオオセッカが，1973年に地元野鳥の会のメンバーによって仏沼干拓地内で確認され，俄然注目の的となったのである。オオセッカにとっての仏沼干拓地の重要性に気付いた彼等は，1982年から組織的な調査を開始し，1984年からはより積極的な保護活動として募金団体「オオセッカ村」を地権者には無断で設立して資金を募り，干拓地内の土地の購入に乗り出し約5haの土地を手に入れた。そして1987年には，野鳥サンクチュアリとしての仏沼の保護を三沢市に陳情した。しかしこの仏沼干拓地は，上述のように稲作を希望していた311戸の農家に払い下げられた私有地であるので，陳情されても三沢市は対応できない。逆に，以前からこのような保護グループの動きを察知し，快く思っていなかった農民たちは，従来の公共牧場の一部閉鎖の代替地として仏沼干拓地を草地造成しよ

うとしている市の土地利用計画の推進を陳情した。三沢市は，この陳情に応える形で，青森県に対して仏沼地区の草地開発を持ちかけ，次のような牧場設置基本構想を作成した。

(2)牧場設置基本構想原案

1) 放牧利用計画原案

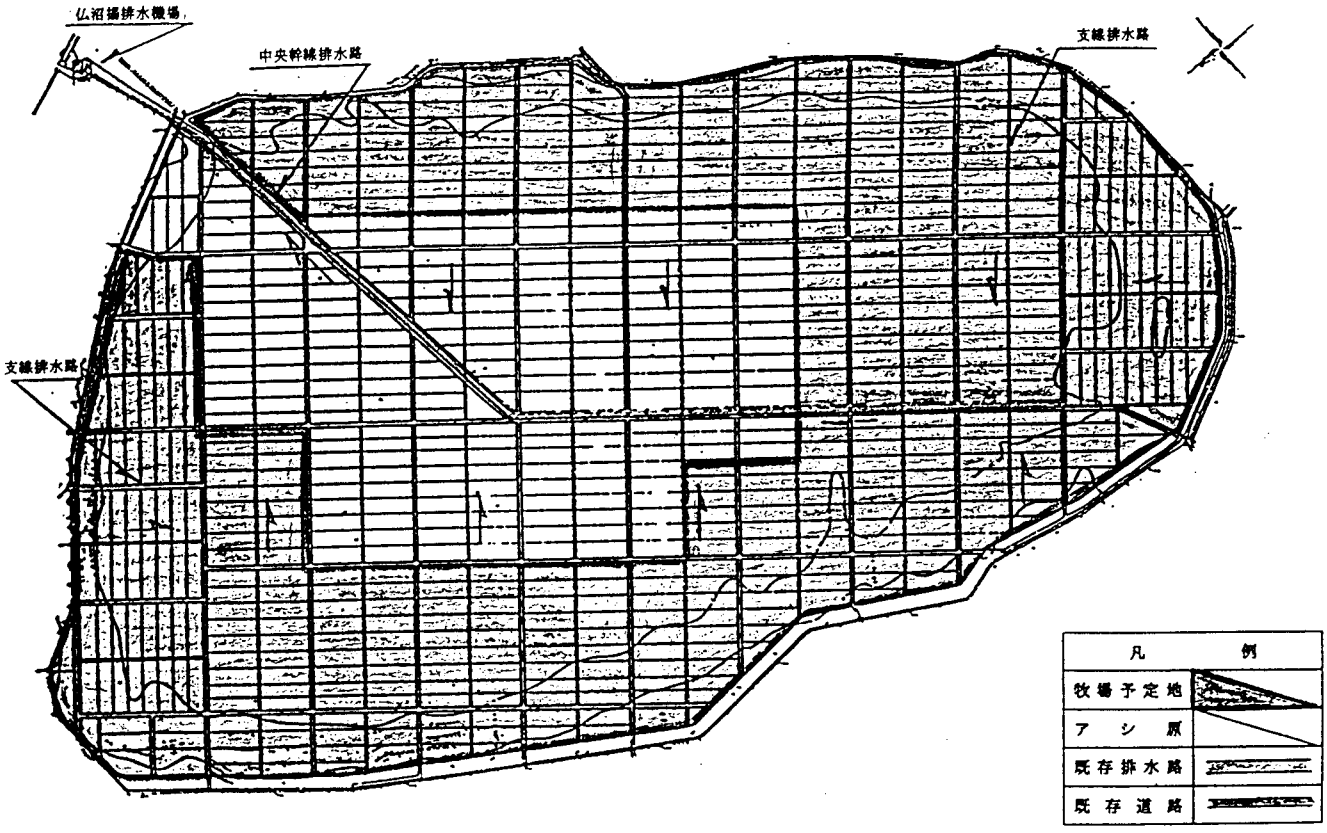


図-2　三沢地区公共牧場設置基本構想

表-2　三沢市の放牧利用計画

牧場名	管理主体	牧草地利用計画			放牧利用計画							備考
		採草地	放牧地	計(ha)	放牧家畜	放牧期間	放牧面積 ①(ha)	牧区数	CD ②	放牧日数 ③	放牧頭数（頭） ④=①×②÷③	
三沢市畜産総合農場	三沢市		88	88	肉用牛（黒毛和種 短角種）	5月～10月	88	20	392	169	204	42,000kg × 65 % / 580kg × 12 % = 392
三沢市仏沼地区	三沢市	95	75	170	乳用牛（ﾎﾙｽﾀｲﾝ種育成）	5月～10月	75	20	583	169	259	42,000kg × 65 % / 390kg × 12 % = 583
合計		95	163	258			163	40	975		463	

三沢市の計画原案では，仏沼干拓地約250haの図-2に示すような場所に，95haの採草地を含む170haの牧草地を造成し，表-2のように乳用牛259頭を5月から10月までの169日間放牧することとなっている。

2) 造成計画原案

現地は干拓地であるため地下水位が高い。そのため造成計画では，まずはじめに過湿状態である表土を乾燥させるために強制排水によって地下水位を下げることから始まる。造成予定地の排水効果を期待するため，干拓前の傾斜区分をもとに，地盤高の高い干拓地の周辺部を草地造成し，地盤が低く，地下水が集中する中心部をヨシのまま残して保全地帯としている。ただし施工に当たっては，野鳥への影響が少ない時期を選んで行うとしている。草地造成は，暗渠施設と排水ポンプを設置して地下水位を下げながら，耕起深15㎝のディスキング法による耕起法を計画している。

3. 大規模草地開発が「環境教育牧場」となった経緯（1993年）

(1) 大規模草地開発にともなうアセスメント調査の実施

青森県は，三沢市から提出された牧場建設構想に対して，本対象地が100haを超える大規模草地開発に相当するため，1993年に環境アセスメント調査の実施を北里大学に依頼した。これを受けた北里大学は，土壌，植物，水文，農業土木という通常のアセスメント委員のほかに，この牧場の行方が直接的かつ大きく地域経済に影響を与えると考えられたので，農業経済の専門家も含め，さらに，上述のようなこれまでの経緯を踏まえて地元の自然保護団体の代表者もメンバーとして参加させた。

これらの調査委員がそれぞれの専門分野の調査を1年間行った結果，以下に述べるように，当地区を「環境教育牧場」と位置付けて造成する結論に達した。

1) 三沢市農業の特徴から見た牧場の必要性

三沢市の農業は，水稲，野菜，畜産の3本柱で成り立っている。稲作は，冷害の常習地帯といわれながらも平年時は収量が多く，収益は安定しているので，経営の基幹となる。露地野菜は，この地域の気象条件に適しており，稲作以上に土地純収益が高く，産地としての名声も得つつある。さらに土地利用型畜産は，地域の気象条件に適しているだけでなく，馬産地として培われてきたこれまでの歴史的な技術面での蓄積がある。しかもこの様な畜産が発展すれば，良質堆肥の供給源として野菜作には不可欠であり，また稲わらの有効利用のためにも欠かせない。すなわち，土地条件，気象条件および地理条件などから，稲作を基軸に露地野菜などの畑作と飼料作を基礎とした土地利用型畜産を発展させて行くことが必要である。このことは，三沢市の農協の販売額の構成が，稲作：野菜：畜産の比が1：2：1となっていることからも明らかである。このような位置付けにある畜産業が発展して行くためには，肉牛農家は夏山冬里方式の夏の放牧地として，また酪農家にとっては仔牛や乾乳牛の運動場としてあるいは越冬飼料を確保するために公共牧場は必要である。

2) 畜産農家の意向とその影響

公共牧場開設に当たっての農家の意向がアンケートによって調査された。酪農家の平均

経営面積は，約 14ha と大きいがその半分は借入地である。このうち水田が 5ha を占めているものの稲作付け面積は 0.7ha にも満たず，残りは牧草を中心とした転作田である。また畑もデントコーンなどの飼料作物が栽培されており，実質的には酪農専業経営となっている。乳牛の飼養頭数は，一戸平均 49 頭と多く，50 頭以上の大規模経営が半数を占めている。また経営主の年齢は，40～50 歳代の比較的若い年齢層に集中している。このように三沢市の酪農家は，三沢市の専業農家の中核をなしている。これに対して肉牛繁殖農家は，平均経営面積が 6ha と小さいが，稲作付け面積が 1.7ha と大きく，野菜作付面積も 1.8ha と大きい。飼養頭数は，平均 3 頭と少なく，飼料作の作付面積も 0.6ha と小さい。そのため繁殖牛飼育農家は，水稲+野菜+肉牛の複合経営が多い。

現在の公共牧場を利用している農家は，全畜産農家の 9 割に達している。酪農家にとっては粗飼料（乾草）購入のために，肉牛繁殖農家にとっては夏山冬里方式の放牧地として，どちらの畜産農家も公共牧場への依存度が高く，重要な役割を担っている。また，畜産農家以外の畑作農家にとっては，完熟堆肥の投入によって土壌を改良するために，畜産農家からの堆きゅう肥の供給に期待している。また稲作農家は，畜産農家に稲わらや籾かすを粗飼料や敷き料として提供し，それらに糞尿をまぜあわせることで良質の完熟堆肥が生産されることを期待している。このように三沢市では，稲作農家と畑作農家と畜産農家が一体となることで，農業が成り立っている。このことから，仏沼のほとんどの地権者が畜産農家ではないにもかかわらず，公共牧場の設置に賛同している。

3) 牧場の基本的な考え方

現況の土壌，植物，動物などの調査結果から，仏沼は，周辺の自然環境と干拓地の人工環境が造り出した全国的にも貴重な地域資源であることが明らかとなった。そこでアセスメント委員会としては，原案のような通常の大規模草地開発ではなく，放牧地にビオトープを併設し，生産性を第一としない「環境教育牧場」とすることを提言した。すなわち，「健全な農業こそが地域生態系保全の原点である」ことを子供達や非農業者達に理解させるための牧場と位置付けた。そして，牧場設置原案に対して以下のような具体的な指摘と提案を行った。

4) 牧場建設に当たっての問題点と改善策

①採草地と放牧地の造成が計画されているが，現地の土壌や地下水位などの自然環境条件から判断して採草地造成は非現実的と判断されるので，放牧地のみの造成とする。

②草地造成は耕起法が計画されているが，現地の土壌や地下水位ならびに野生生物との共生などから判断して，耕起造成法は不適当と判断されるので，現況の自然条件を前提とした新しい不耕起造成法の適用が望ましい。

③野鳥などへの影響のない時期の施工が計画されているが，短期集中型の従来の造成方式では生態系への悪影響は避けられないと判断されるので，数年間かけた長期の草地造成方式を考える必要がある。

5) 草地造成方法への提言

①干拓地造成で作られた現況基盤を活用する。

②牧場の放牧地とビオトープとの区切りは，現況の自然環境条件から判断し，図-3のようにする。

③ビオトープの調整池は，放牧維持管理上ならびに野生生物保護を目的として設置する。

④放牧地の造成は，一年間に20～40haずつに区切って小区画単位で行なう。

⑤放牧地の造成は，強制排水によって牛の放牧が可能になるまで土壌を乾燥した後，放牧圧によって生態学的に植生を誘導する不耕起造成法によって行う。

4．環境教育牧場設置の具体的な手順の提言(1994～1995年)

(1) 地域住民の意見が反映される組織づくりと情報公開の重要性

前年度の調査の結論を踏まえて，「環境教育牧場設置」のための調査を1994年に行った。仏沼干拓地に関する調査は，1993年の環境アセスメント調査から1995年のビオトープ基本構想作成までの3年間は，表-3のような北里大学以外の研究機関および地元の農民や自然保護団体関係者も交えて行なってきた。

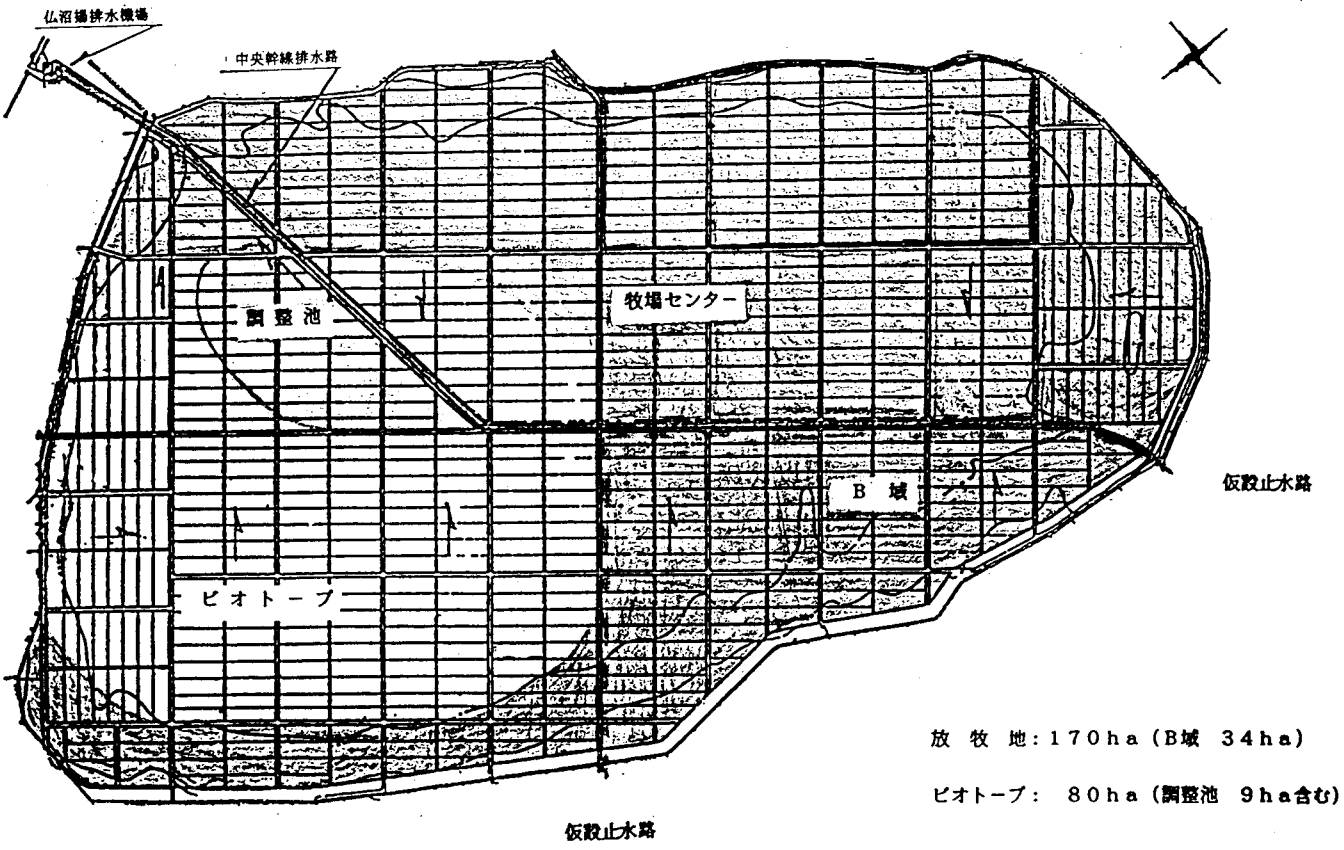


図-3 環境教育牧場設置計画第1案

表-3　仏沼干拓地に関わる各委員会の主な構成メンバーと役割

委員 所属/職位等	委員 専門分野	アセスメント委員会 (1993年)	環境教育牧場設置検討委員会 (1994年)	ビオトープ検討委員会 (1995年)	環境教育牧場推進協議会 モニタリング部会 (1996年～)	環境教育牧場推進協議会 事業推進部会 (1996年～)
北里大学教授	環境保全	総括	総括	総括	顧問	顧問
北里大学教授	農業水利	調査委員	調査委員	調査委員	部会長	- - -
北里大学助教授	土壌	調査委員	調査委員	- - -	- - -	- - -
北里大学助教授	草地畜産	調査委員	調査委員	調査委員	調査委員	- - -
東北大学教授	農業経済	調査委員	調査委員	- - -	- - -	- - -
盛岡大学教授	植物生態	調査委員	調査委員	調査委員	調査委員	- - -
中学校教諭	植物生態	調査委員	調査委員	- - -	- - -	- - -
自然保護団体支部長	鳥類	調査委員	調査委員	オブザーバー	- - -	推進委員
自然保護団体会員	鳥類	調査委員	調査委員	- - -	- - -	- - -
自然保護団体会員	鳥類	調査委員	調査委員	- - -	- - -	- - -
地元酪農家	酪農	- - -	調査委員	- - -	- - -	推進委員
地元肉牛農家	畜産	- - -	調査委員	- - -	- - -	推進委員
土地改良区理事長	農業	- - -	- - -	オブザーバー	- - -	推進委員
弘前大学教授	農村計画	- - -	- - -	調査委員	調査委員	- - -
民間研究所研究員	鳥類	- - -	- - -	調査委員	- - -	- - -
国立研究所研究員	鳥類	- - -	- - -	調査委員	- - -	- - -
コンサルタント所長	ビオトープ	- - -	- - -	調査委員	調査委員	- - -
立教大学教授	鳥類	- - -	- - -	- - -	調査委員	- - -

このうち，1994年の「環境教育牧場設置」のための調査メンバーには，前年度からの自然保護団体の代表者に加え，「生産性よりも野生生物との共生」という「環境教育牧場」の趣旨に理解を示し，牧場運営への積極的な関わりが期待される畜産農家の代表者も含めた。すなわち，仏沼干拓地の活用を，農業か自然保護かという二者択一的にするのではなく，周辺も含めた「貴重な地域資源」との発想から，これまで対立関係にあった自然保護団体と農民団体の代表者を同じテーブルで議論させることによって，農業と自然保護との接点を探ろうとした。

さらに，1995年のビオトープ基本構想の作成に当たっては，専門的な知識が要求されることから，鳥類の研究者や施工経験豊富なビオトープ造りの専門家をメンバーに加えた。そして，これまでメンバーであった地元の自然保護団体や農民団体の代表者は，オブザーバーとして会議での発言の機会を作り，地域住民の意見が反映される組織体制とした。また，会議などは可能な限り公開するなど，委員会としての公平性と情報公開に努力した。

(2) ビオトープと放牧地の線引きおよび施工年次計画をめぐって

1994年の報告書では，ヨシの抑制ができて牛の歩行に支障のないような土壌の乾燥程度や，湿地に耐性のある牧草種の選定，仏沼干拓地周辺までのオオセッカの個体数や他地域での植生とオオセッカの生息場所の関係などを調べ，ビオトープと放牧地の線引きおよび施工年次計画を作成した。

連の調査の結果，地耐力が高く放牧地造成に適している場所と，オオセッカの営巣に適した植生群落域が重なっていることがわかってきた。そして，公共牧場として求められる 140ha の放牧地を確保するためには，この場所を草地造成しなくてはならない。最大の

焦点は，放牧地とビオトープをどこで区切り，いつ，どのように草地造成するかということであった。このような調査委員会の報告が公表されるにつれて，ビオトープと放牧地との線引きおよび草地造成の年次と範囲について，より広くて生産性が高い草地を求める農民と，草地面積を減らして営巣地域の現状維持を主張する自然保護団体との間で，様々な場面で激しい議論が交わされた。特に自然保護団体は，全国レベルの関連組織や政治家にも要望書などを頻繁に送りつけ，地元のマスコミもこれを大きく取り上げた。さらに，そのような自然保護団体の強行姿勢に同調した鳥類の調査委員が，一方的な意見をマスコミに送りつけておいて委員会の辞任を表明し，これに反発した農民代表者が会議を途中退席したことで委員会が流会となるなど，委員会は混乱して行った。その後鳥類の調査委員は，委員会の要請にもかかわらず二度と会議に出席することがないまま退任するという事態になった。結局，新たに委員を依頼できる鳥類研究者を探して引き継いだが，この間，委員会は紛糾した。この一連の出来ごとによって，これまでどちらかといえば自然保護団体に目を向けていたマスコミが，自然保護団体の行動を非難する声明を発表し始めた。

(3) 最終的な合意事項

以上のような混乱があったものの，委員会としては最終的に以下のことを確認し，合意することができた。

① 三沢市で循環型農業を展開するためには，仏沼干拓地に公共牧場を開設することは不可欠である。

② 仏沼干拓地の現況環境は，農地管理によって維持されている人為的な環境であると認識する。

③ この人為環境のもとで，オオセッカを含む多種多様な生物が生息できる生態系が形成されている。

④ 地権者が要望する公共牧場開設に当たっては，現況の生態系を保全するよう配慮し，生産効率を第一としない環境保全型牧場を志向する。

⑤ 健全な農業活動が地域環境保全の原点であることを次世代の子供たちや非農業者が理解できるような教育の場とする。

調査結果から得られた結論は，地下水位や地耐力を考慮して，干拓地の総面積 250ha のうち図-4 に示すような 140ha を牧場建設用地とし，野生生物への悪影響を避けるために造成を四期に分けて実施すべきであるとした。具体的には，ビオトープ域の中央付近に調整池を掘るとともに，中央幹線排水路の排水能力を高めて干拓地全体の地下水位を下げつつ，比較的地下水位が低く表層が乾燥している区域から施工する。これによって，現在最も多湿なところにあるヨシ優占群落は，ヨシの草高が低くなってスゲ属が侵入してヨシ-アゼスゲ群落に，現在のヨシ-アゼスゲ群落は牧草群落に，それぞれ移行することが期待される。特に問題となったオオセッカが高密度で営巣している第Ⅳ期造成区の施工は，ビオトープ域の土壌が乾燥してオオセッカの繁殖に適したヨシ-アゼスゲ群落の植生になったことが確認されるまで着工しないこととした。

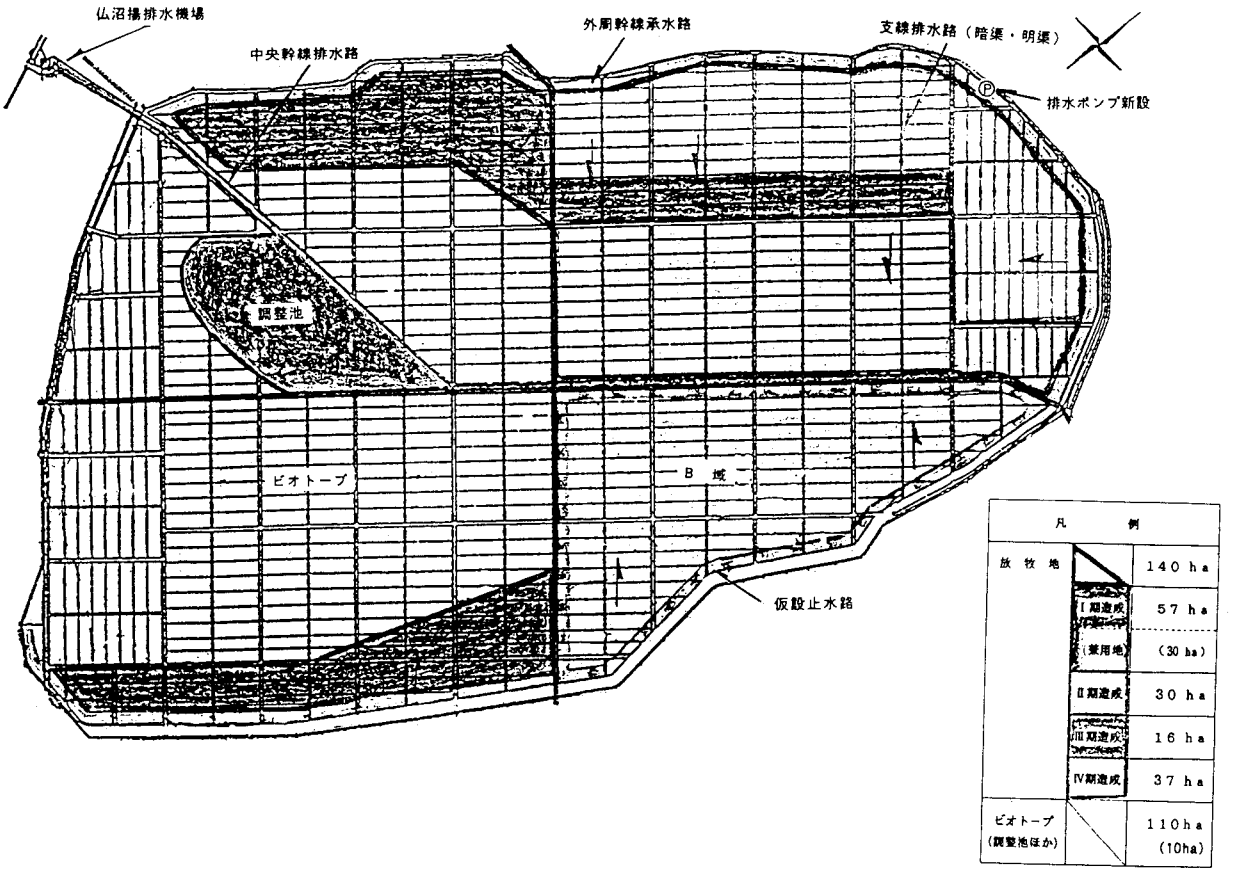


図-4　環境教育牧場設置計画第２案

(4) 新しい不耕起草地造成法の提言

放牧地造成に当たっては，野生生物の生息環境への影響を最小限に抑えるための新しい不耕起草地造成方法として，表-4に示す工法を提言した。また，放牧域内ににおいても，オオセッカをはじめとした鳥類が採餌等ができるように，図-5のように現況のヨシ群落を可能な限り残置させるようにした。

表-4　不耕起草地造成法案

年　次	工　程	内　容
1年目	①強制排水	地下水；幹線水路のポンプアップ 地表水；圃場内の明渠、暗渠
4月	②火入れ ↓	前年の枯死植物体を焼却する。
5月	③ヨシ株処理 ↓	ケンブリッジローラ走行でヨシ株を破壊する。
2年目 6月	④重放牧 ↓	原植生の新芽を喰い潰すほど強く行う。
7月	⑤施肥・播種 ↓	放牧地型、耐湿性の草種。 野草のうち下繁草の可食草は残す。
	⑥踏圧放牧 ↓	踏で牧草種子を土壌に密着させる。
8月以降	⑦管理放牧 ↓	放牧発芽後に牧草を保護し、原植生の再生抑制を目的とする。

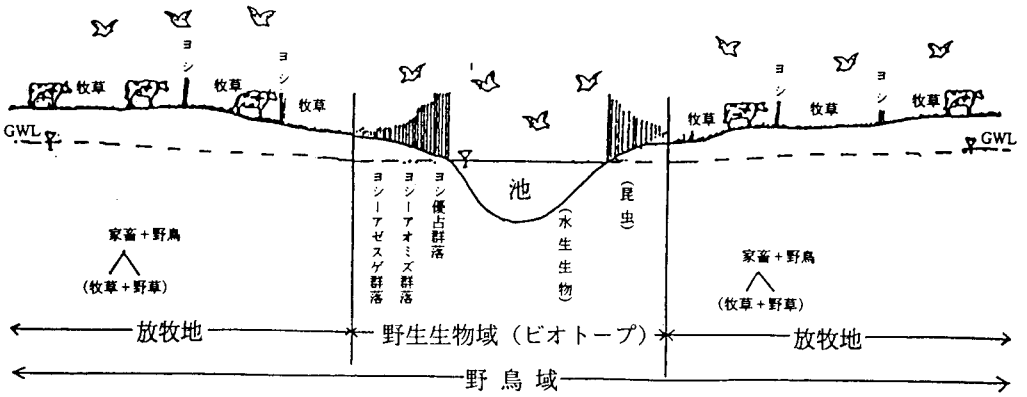


図-5　環境教育牧場のイメージ図

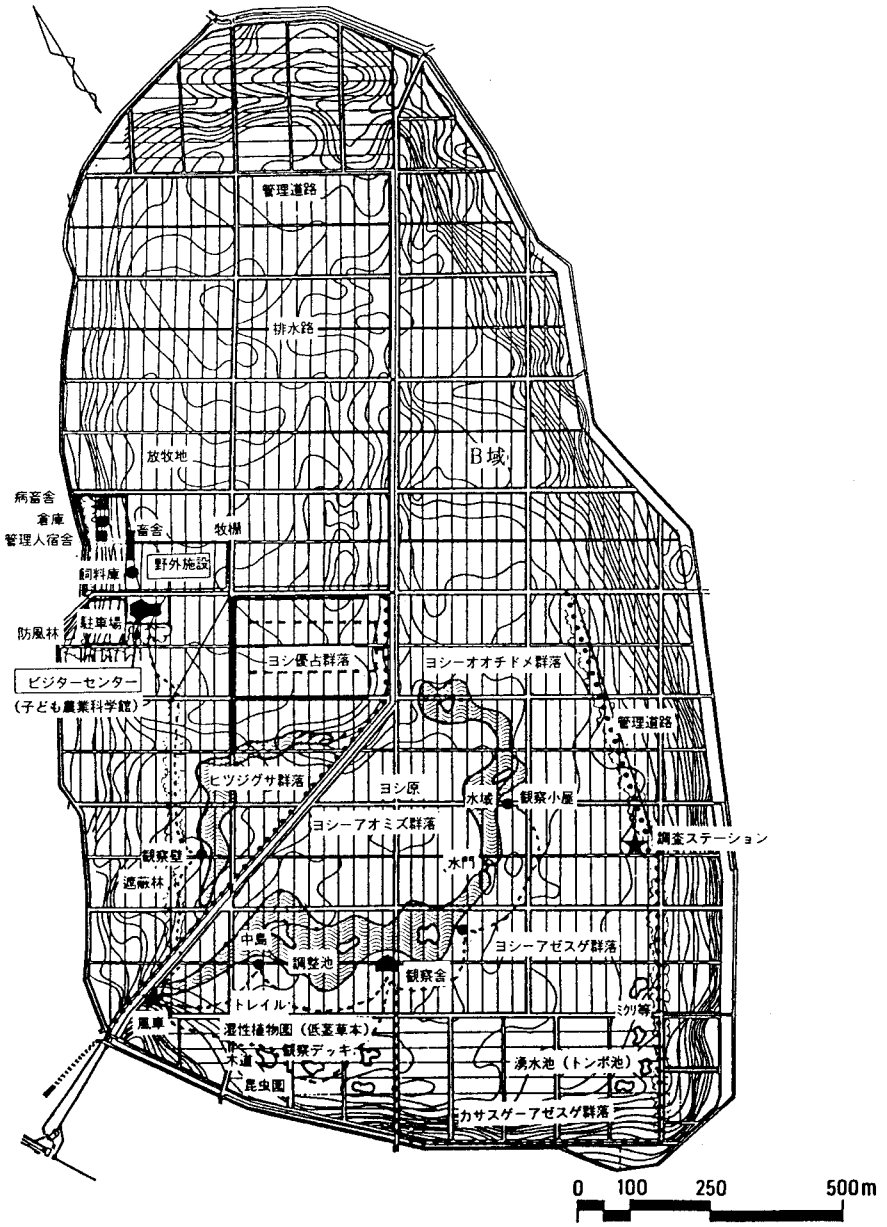


図-6　ビオトープ域の施設配置案

(5) ビオトープ基本構想と組織づくりへの提言

1) ビオトープ基本構想

基本理念は，仏沼を中心とした一帯を，世界的に希少な種を含む湿生草地生態系からなる貴重な「地域資源」と捉え，仏沼干拓地を，農業という生産活動を実践しながら野生生物が共生する空間（ビオトープ）を維持することで，「人と自然の共生」を具体的に示す「環境教育」の場と考えることである。具体的には，農業活動を生産効率を重視した「経済至上主義」から，環境保全を重視した「生命至上主義」に転換することで，野生生物保護を目的とした環境保全活動と矛盾しないことを体験させようとしている。

基盤および施設の整備は，図-6 のような配置とする。基盤整備は，Ⅰ期造成で調整池や管理施設などを整備し，Ⅱ期工事で湿生植物園やとんぼ池の整備を行うなど，放牧地造成と並行して段階的に進める。なかでも調整池は，水質の保全と水辺の生物の多様性を期待して，水深，面積および形状の異なる 3 段階に分け，緩やかな水の流れを作り出す。施設としては，中央にビジターセンターを設け，ビオトープ域には生態系の仕組が理解しやすいように，ヨシ原や湿生植物園およびとんぼ池などを設ける。

環境教育牧場は，従来の公共牧場とは目的がまったく異なる。放牧地もビオトープも，遷移途中の植生を維持することで成り立っているので，環境の変化に対してたいへん敏感に反応することが予測される。そのため常にモニタリング調査を実施することが重要である。そして，このモニタリング調査で得られた結果を管理や教育に反映させられるような体制づくりが必要である。管理運営の担当者としては，利用施設管理者，環境教育者およびモニタリング調査のための研究者などが考えられる。具体的には，地元の農民とさまざまな分野の研究者が連携をとりつつ，一般市民の積極的な参加協力を求めることで，徐々に作り上げていく必要がある。そして，この過程自体が環境教育のプログラムでもある。

2) 推進協議会設置および人材育成プログラムの提言

今後，環境教育牧場が計画-設計-施工のプロセスを進む過程に対する，三沢市全体の支援組織として「事業推進部会」と「モニタリング部会」とからなる「環境教育牧場推進協議会」の組織化を提言している。「事業推進部会」は，三沢市の関連団体が官民一体となって本構想の実現を進めることを目的とし，「モニタリング部会」は，牧場設置に関係の深い農業土木や草地畜産およびビオトープなどの専門家が，計画から施工および管理までの生態系への影響を監視し，適切な対応を指示することを目的としている。

また，実際に環境保全型農業を実践することで環境教育牧場を運営できるような「人材育成プログラム」を作成することも重要である。

5．いよいよ事業開始，しかしまだまだ課題山積(1996~現在)

(1) 推進協議会の発足と用地買収

三沢市は，3 年間におよぶ調査と提言を受けて，仏沼干拓地を「三沢市環境教育牧場」として整備することを決定し，1996 年には「環境教育牧場推進協議会」を発足させた。この推進協議会は，前年度委員会の提言どおり「事業推進部会」と「モニタリング部会」から

なっている。モニタリング部会のメンバーは，農業土木，草地畜産，植物，農村計画，ビオトープおよび鳥類の研究者で構成されている。そして，もう一方の事業推進部会は，三沢市関係職員，学識者および民間団体からなり，この民間団体の中には土地改良区理事長と畜産農家および自然保護団体の代表者も含めた。そして，公共事業として造成を実施するために，1998年からは用地買収を開始した。しかしここでも事業の推進が捗らなかった。事業を推進する立場で推進協議会に参加しているはずの自然保護団体が，以前に買収していた土地を楯にとって，事業内容やモニタリング委員の構成員および会の進め方などに対して要求を突きつけてきたのである。

(2) ようやく「畜産基盤整備再編総合整備事業」に採択

1) 畜産基盤再編総合整備事業仏沼団地

仏沼干拓地を公共牧場として開発する計画が表面化してから8年，2001年度から着工すべく，ようやく国の畜産基盤再編総合整備事業に採択された。最終的に承認された事業計画は，図-7 のように，放牧地 103ha（全面積の 41%，当初予定面積の 60%），ビオトープ147ha となった。しかも，今回の事業で着工が決まったのは，放牧地の中の第Ⅰ期工事

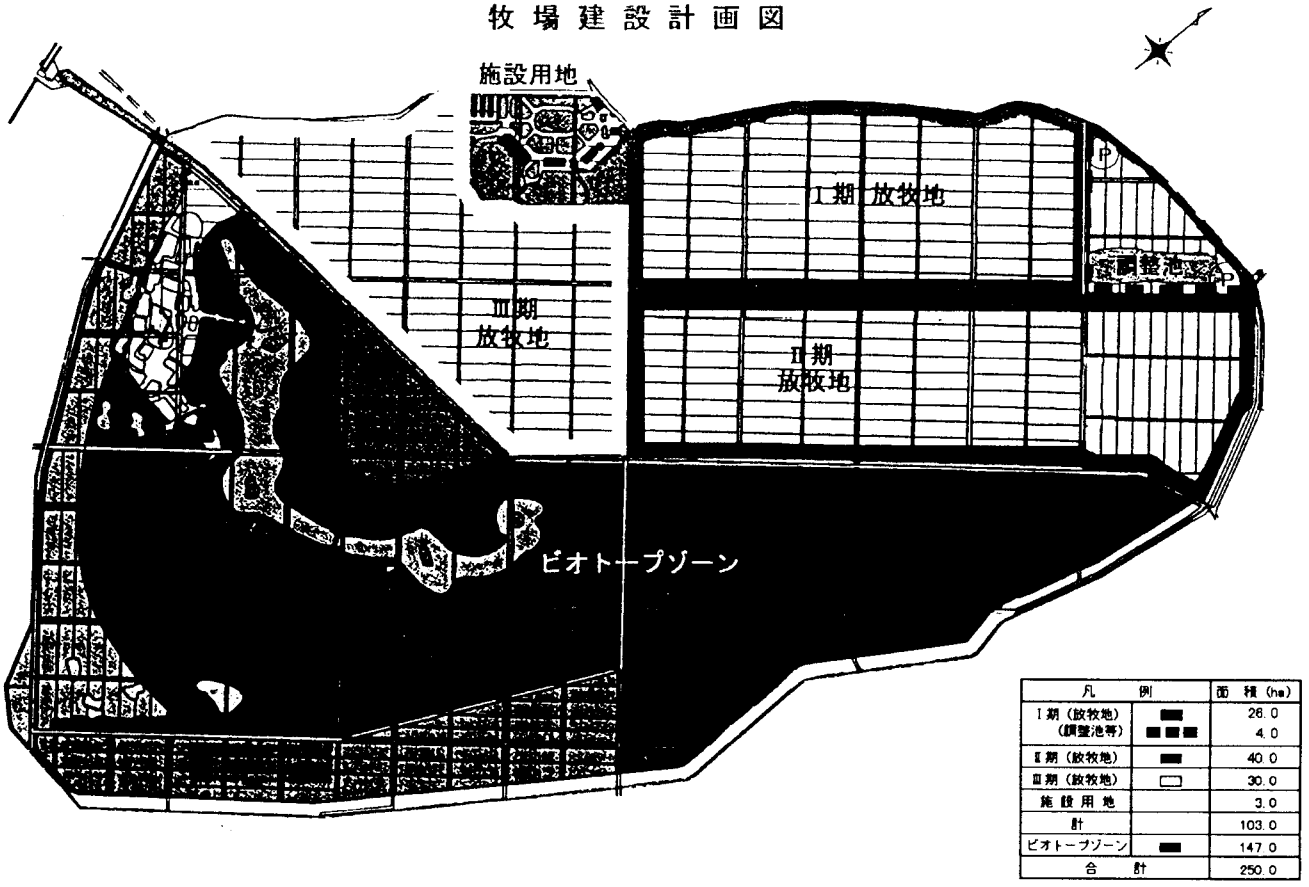


図-7　畜産基盤再編総合整備事業計画案

区の24haにすぎず，さらにこれを測量設計，排水施設の設置および10haと14haに分けての草地造成と4年間もかけて実施するという，異例の慎重さで行おうとしている。

2) モニタリング調査および造成先行試験の開始

事業の開始にともない，2001年6月からモニタリング部会によるモニタリング調査も始まった。またこの草地造成は，干拓地という多湿の土地を，強制排水による土壌乾燥のみで，野生生物の生息環境や繁殖の時期へも配慮しなくてはならず，これまでに前例のない新しい不耕起草地造成方法を創出しながら行わなくてはならない。このため北里大学では，三沢市が「環境教育牧場」として事業を推進することを決定した1996年から，モニタリング部会とは別に，造成工法に関する技術的な提言を行なうための試験研究を継続してきた。そして現在では，これまでに得られた知見をもとにしたより実証的な試験を，事業よりも1年先行させながら，具体的な造成方法を提言することとなった。特に，湿地に耐性のある牧草種の選定，前植生破壊と播種床の準備方法，牛の放牧可能な地耐力のための地下水位設定，放牧によるヨシの抑制方法などを緊急な課題として取り組んでいる。

6．おわりに

農業土木学が変わろうとしている。それは，「農業土木学会」が「地域環境工学」などに名称を変更しようとしていることによく表れている。すなわち，より広がりのある「地域」を対象とし，その中の「生産環境」「生活環境」および「自然環境」などからなる「地域環境」を，工学的な学術と技術で豊かにしようとしている。「農地保全」の分野においても，より広範囲な「地域保全」の視点が求められるであろう。

ここで紹介したように，筆者らの北里大学を中心とした研究グループが立案構想している仏沼干拓地の「環境教育牧場」構想は，これを具体化した例として，現在事業が進行している。今後も技術面や社会面で解決しなくてはならない課題は山積しているが，これまでの経験から，「地域資源としての干拓地（農地）の復権」を実践する上で，学術的な課題のほかに次のことが重要であると考える。

1) 農民だけでなく，より多くの地域住民が参加できる住民団体の組織づくり
2) 地域の特殊性まで配慮できる姿勢をもち，発言の影響の大きさを認識している，より多くの分野の研究者からなるアセスメント委員会やモニタリング委員会の組織づくり
3) 調査委員の科学的事実とそれに基づく理論による審議および公開を原則としつつも「一人歩き」を考慮した情報の取扱やマスコミへの対応

引用・参考文献

1) 北里大学獣医畜産学部：平成5年度三沢地区公共牧場設置基礎調査報告書　大規模草地開発に伴う環境アセスメント（青森県），pp.1-243 (1994)
2) 北里大学獣医畜産学部：平成6年度三沢地区公共牧場設置基礎調査報告書　環境教育牧場設置検討（青森県），pp.1-80 (1995)
3) 北里大学獣医畜産学部：平成7年度三沢市環境教育牧場におけるビオトープ基本構想

報告書，pp.1-90(1996)
4) 小林裕志・杉浦俊弘・馬場光久：平成8年度三沢市公環境教育牧場設置基礎調査報告書　強制排水にともなう植生移行試験（三沢市），pp.1-47(1997)
5) 小林裕志・杉浦俊弘・馬場光久：平成9年度三沢市公環境教育牧場設置基礎調査報告書（三沢市），pp.1-56(1998)
6) 小林裕志・杉浦俊弘・馬場光久：平成10年度三沢市公環境教育牧場設置基礎調査報告書（三沢市），pp. 1-73(1999)
7) 小林裕志：干拓地の再生「野生生物との共生を意図した牧場造成」，農業土木学会バイオホロニクス研究部会資料，(1998)
8) 小林裕志・堤聰・杉浦俊弘：干拓地のおける野生生物との共生を意図した牧場づくり青森県三沢市の「環境教育牧場」計画，東北草地研究会誌，11号3-37(1998)
9) 丸山利輔：農業土木とは何か，農業土木概論，朝倉書店，pp.1-11(1980)
10) 大泉勝利・奥田　透：21世紀への国土拓り，農土誌63(6)，581-586(1995)
11) 西篠八束：環境アセスメントやモニタリングに関わる研究者の姿勢，科学71(7)，937-941(2001)
12) 佐藤正典・東　幹夫・佐藤慎一・加藤夏絵・市川敏弘：諫早湾・有明海で何がおこっているのか？，科学71(7)，882-894(2001)
13) 田淵俊雄：出版にあたって，地域環境工学シリーズ1　豊かで美しい地域環境をつくる　地域環境工学概論，農業土木学会，pp. i－ii (1995)

研究報告

「八郎湖の水質保全と干拓農業地域の土・水系管理」

秋田県立大学短期大学部

近藤　正

八郎湖の水質保全と干拓農業地域の土・水系管理

秋田県立大学短期大学部
農業工学科 講師　　近藤　正

1．はじめに

八郎潟干拓地は、干拓残存湖と水田主体の農業系を含む湿地帯から構成されている。人工的な干拓はそれ自体が干拓以前の自然生態系の犠牲の上に成り立つ。しかし、干拓の必要性は人類の自然への働きかけによる自然からの恩恵の享受、農業の必要性と重複する。干拓以来の30年に及ぶ入植農業者をはじめ地域管理者らの弛まぬ努力により、冷害年にも豊かな実りをもたらす水田農地に生まれ変わった。

今、新しい世紀において、地球環境の保全と人類の安定的な発展を融合させ、持続可能な生産機構を創造するという課題提起をうけ、我々日本の農業土木技術者にとって具体的項目として筆頭にも挙げうる課題、それがアジアモンスーン地域にある我が国に必然的に展開されてきた水田農業の再構築である。これには新たな視点、地域整備、地域管理の新たな基準が求められる。

八郎潟干拓の歴史的な意義はむしろこれかかこそがその真価が問われることになる。

八郎潟干拓地で行われている農業とその農業が環境におよぼす影響を評価し、今後の農業の方向性を検討することで、農業土木の新しい役割の面から地域整備、地域管理のための新たな視点を考える。

本報告は、上記のようなテーマを前提に、秋田県で問題となっている八郎潟干拓地残存湖の富栄養化による水質汚濁機構の解明に関する研究成果について報告するとともに、水系とそこで行われる農業生産における環境管理のあり方について考察する。

2．八郎の農業集水域としての特徴

①八郎潟干拓地と残存湖（八郎湖）の概要

八郎潟干拓地は、北緯40°東経140°を中心に東西約10km南北20kmの、日本で第2の水面積を持つ汽水湖、八郎潟（22,430ha）の約87％を干陸した、我が国最大の干拓地である。土壌は肥沃な有機質残さを多く含む強グライ重粘土が主で、肥沃な土壌の農業利用が干拓の目的でもあった。

八郎潟干拓地の概要を**図1**に示す。中央干拓地外周の残存湖は、防潮水門により淡水化され、干拓地の水田用水、飲料水源として利用されている。八郎潟干拓地の特徴は、最深でも4.5ｍと浅く、平坦で肥沃な湖底を堤防築造と機械排水により干陸しているとともに、残存湖を調整池として利用している点にある。

中央干拓地への潅漑用水は、西部承水路側（潅漑面積5,473.2ha）は7カ所の暗渠式取水工から、東部承水路・調整池側（潅漑面積6206.3ha）は12カ所のサイフォンに

より取水される。中央干拓地からの排水は主に北部と南部の2排水機場から調整池へポンプ排水される。排水能力は両機場とも最大40t/sである。

西部承水路への取水口のうち南側注水口は南部排水機場排出口と隣接しており、中央干拓地からの排水が西部承水路へ直接取り入れられる循環利水が行われている。また東部承水路においても北部排水機場の排出地点が狭窄水域となっており汚濁成分の拡散抑制と湖水の南下による東部取水口からの養分の循環がある。

貯水量は約11億m^3、防潮水門からの放流量は年間約105億m^3（s 58年）とされ[1]滞留時間は1月強となるが、部分的にまた時期的に循環速度は異なる。汚濁が顕著な水域は、西部承水路南側、調整池南東側とされるが、水質問題の象徴であるアオコは調整池では8月に、西部承水路では灌漑に影響のない10～11月に発生する。

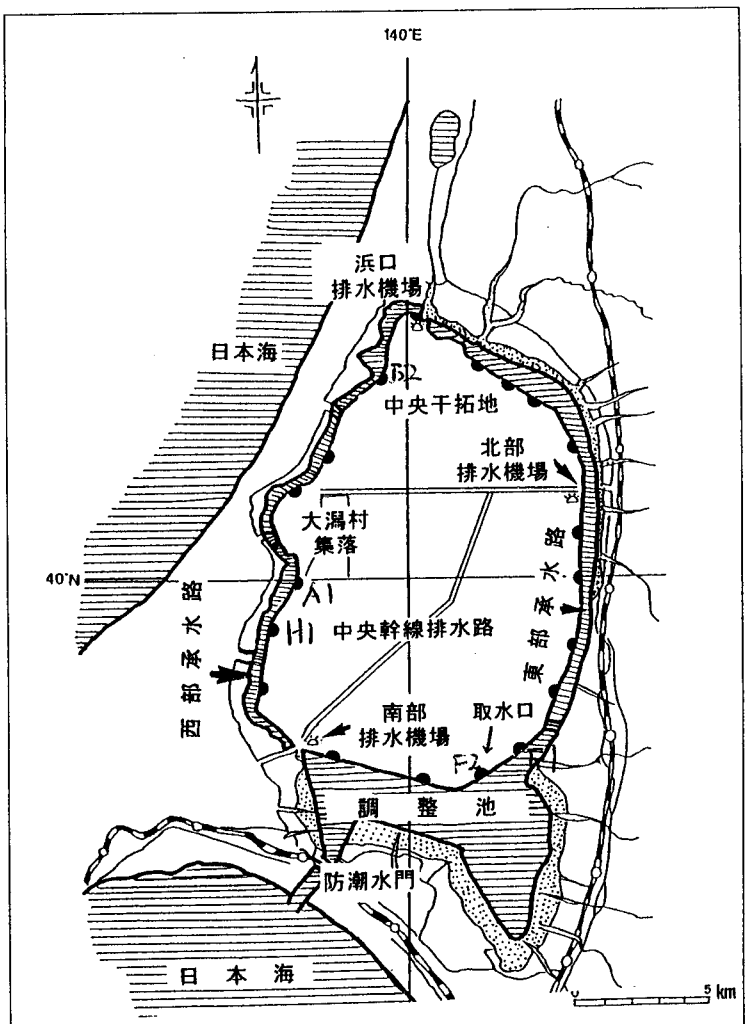


図1　八郎潟干拓地概要図

中央干拓地15,640haの土地利用は、農地約10,800ha、住宅地等約1,600ha、道路・水路・堤防等が約3,200haであり、農地の90%以上が水田である。

②水管理の特徴

干拓地基幹施設は水位基準により手動で運転管理されている。東部承水路および調整池側は潅漑期間はEL＋1.00m（5/1～7/31）およびEL＋0.80m、非潅漑期はEL＋0.50mに、西部承水路側は通年EL＋0.35mに水位を管理され、西部承水路側の需要量が南部機場と浜口機場より自然流下あるいはポンプ送水される。管理は秋田県が行う。

干拓地内の農業用水路は取水工に直結する幹線用水路とそこから分岐する小用水路の2次構成で各圃場に配水される。幹線用水路の通水量管理は幹線用水路末端までの取水状況の巡回目視による人的管理を土地改良区が行う。小用水路は300m間隔で設置され、幹線用水路からの取水は利用農家がバルブ操作で行っている。

干拓地の水管理は、排水機場と承水路の水位管理を秋田県、幹線用水路の取水量管理を大潟土地改良区、小用水路の取水量管理を農業者が行う、3段階の独立型の管理体制となっている。

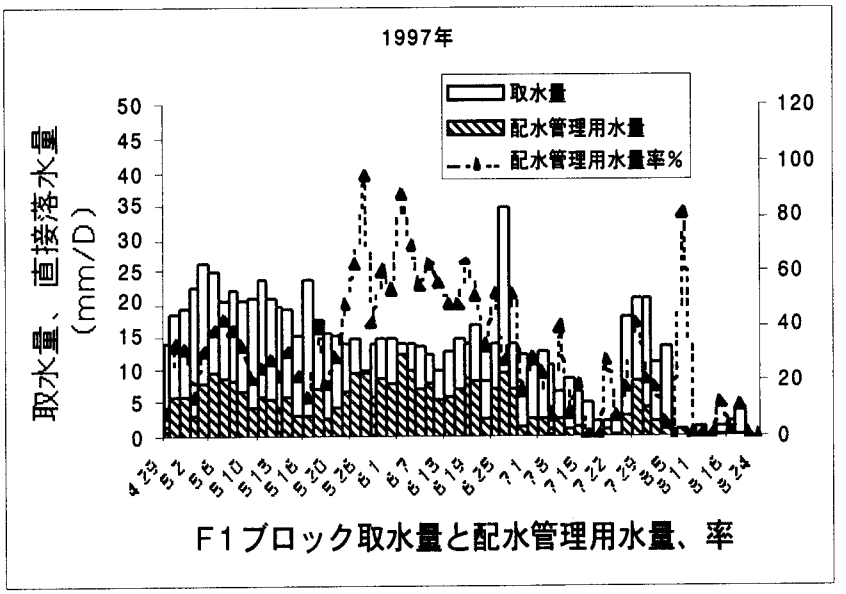


図2　配水管理用水量の時期変動

実態では、最末端の小用水路において余剰水が発生する。農業用水として幹線用水路さらに小用水路へ取水した後に、水田に利用されず排水路へ落ちる直接落水には、小用水路の水位確保に必要な「配水管理用水」と、バルブ操作の省略などにより必要以上が流れる「余剰水」とが含まれる。直接落水量を中央干拓地内の水田ブロックで測定したところ、取水量の4割以上、場合によっては9割以上が直接排水路へ流下していた。落水量の変動分は余剰水であり、かなりの余剰水量の存在が認められた（**図2**）。

灌漑期間に発生するこの余剰水による地域管理上の悪影響には、i）**代かき濁水の土壌・養分流亡に拍車を掛けるとともに循環速度を早め八郎湖への汚濁物質の拡散促進**、ii）**排水ポンプに負担をかけ、電力消費量を増大**、iii）**灌漑期、大降雨時の湛水被害、および素堀り排水路の法面崩壊の危険度を増大**、があるが一方では水環境保全効果として、i）**希釈効果をもたらし干拓地排水路系の水質を一定程度良好に維持している**、ii）**小用水路の生物の生息環境維持**、等の役割がある。余剰水の削減・適正化は、八郎湖への汚濁物質の拡散を抑制し、循環利水による養分の再利用率を高めることにもつながる。

同時に水田からの汚濁排出対策がなされなければ、余剰水の削減は、希釈効果の低下となって、排水路系の栄養塩高濃度化と溶存酸素の低下を招くことになる。従って、各水田からの汚濁物質の流出抑制が、余剰水の削減と同時に行われる必要がある。

③干拓地の水田農業の最近の特徴

大規模農家集団である大潟村の農業者は、米価下落の中での収益性確保を主要因として環境保全型で安全性の高い食物生産に向けた農法に積極的に切り替え始めている。

平成11年に「大潟村環境保全型農業研究プロジェクト」が行ったアンケート結果（**表1**、回答率85%以上）[2)]によると、ほとんどの農家が何らかのかたちで環境保全型農業を実践していることが判明した。無農薬無化学肥料栽培に取り組んだ農業者が204人、減農薬減化学肥料栽培面積が5,110haと近年急増していることも特筆すべき結果と言える。

また施肥量についても、上記の結果をうけて肥料成分の投入量（平成12年推定結果）も窒素（N）5.8kg/10a、リン酸（P_2O_5）4.1kg/10aと全国平均を大きく下回る[2)]。

表1　秋田県大潟村の環境保全型農法普及状況
（大潟村における環境保全型農業に関する研究プロジェクトアンケート調査報告書より、1999年）

農法の名称	面積（ha）	以前取り組んだ人	現在行っている人	将来拡大したい人
減農薬減化学肥料	5,110.0	-	-	
苗箱まかせ	1,214.7	133	112	97
側条施肥	1,052.3	145	84	33
無農薬無化学肥料	520.8	204	110	84
無代かき	132.7	32	14	52
アイガモ利用	71.5	13	12	8
不耕起	36.8	19	10	37
直　播	7.2	21	2	23
合　　計	8,146.0	344人	344人	344人

④負荷量調査方法

栄養塩類などの流下量すなわち「負荷量」は流量と濃度の測定から求められる。

水質調査ポイントは干拓地への流入地点および流出地点である。測定精度を上げるため、大流量地点では全地点日間隔以上の頻度で観測することとした。主な観測点は**図1**に示した南部排水機場排出水、北部排水機場、西部承水路南側送流水、西部承水路浜口揚水機場側出口、H1、G2、F1取水地点等で、流量と水質調査を行った。南北2地点の干拓地排水の採水は、泥濁が顕著な代掻き田植え期間は1日2回、それ以降は1日1回とした。

水質項目と測定は、T-N、T-Pおよび懸濁成分を除去した濾液中の溶存性T-N、T-Pはペルオキソ二硫酸カリウムで分解後の吸光光度法による。その他、水温、EC、pH、DOを現場にて測定した。

2.干拓農業地域からの汚濁負荷発生の特徴

①干拓地の水収支

干拓地への流入水には、降水、農業用水、堤防浸透および地下水の湧出がある。干拓地からの流出量には、ポンプ排水と蒸発散がある。**図3，4**には3年間の日降水量、日排水量を**図5**には1999年の取水量を示した。

排水量の年変動は取水量の変動と降水量に影響され変動する。4月末から5月にかけて25mm/dayを超える排水量が続く。6月以降の排水量は、中干しによる取水量の低下と降水パターンによる増加の影響が顕著になる。また非灌漑期においても降雨に伴う排水量があり、通年の土壌管理を視野に入れた流出負荷の測定・評価が必要となる。

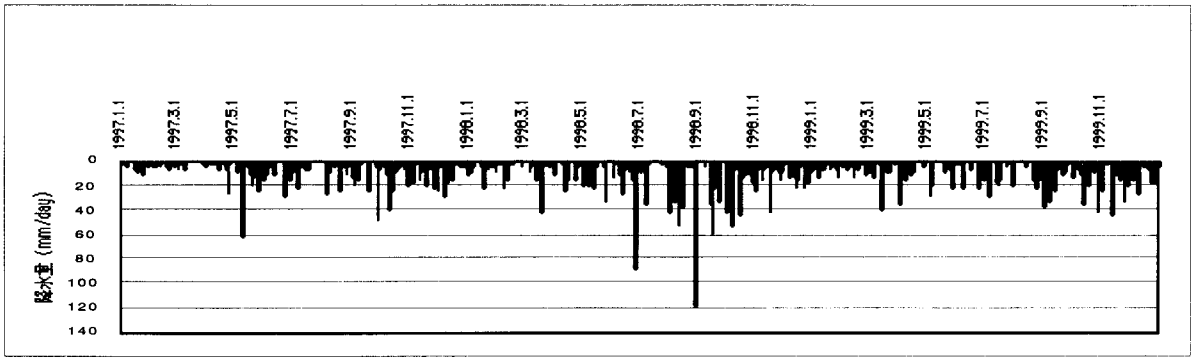


図３　大潟村降水量（アメダス、1997～1999 年：単位 mm/day）

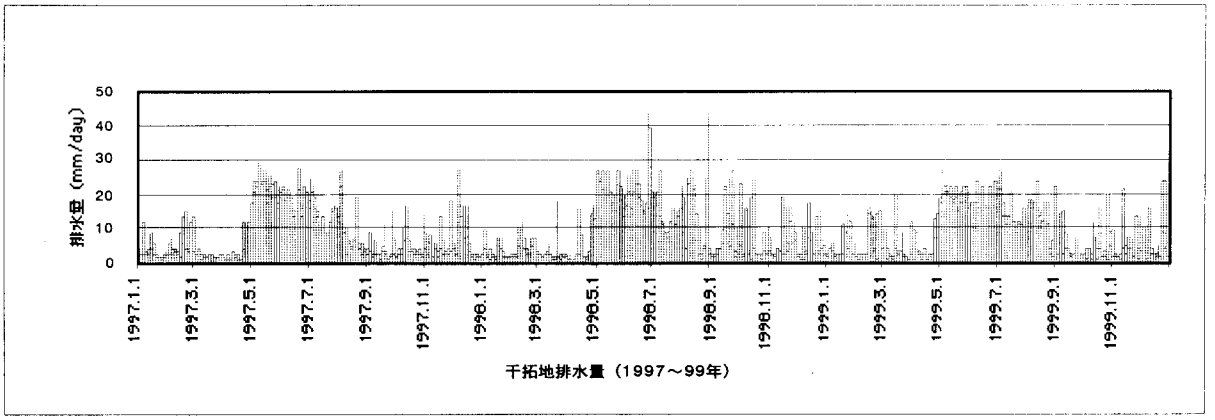


図４　八郎潟中央干拓地排水量

（秋田県八郎潟基幹施設管理事務所、排水量記録 1997～1999 年より作成：単位 mm/day）

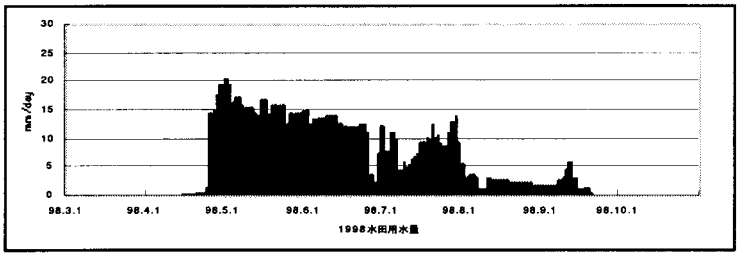


図５　干拓地取水量（近藤推定値 1999 年）

（３）干拓地における流入・流出負荷量と差引排出負荷量

①干拓地における流入・流出負荷量

1) 流入水中のＮ、Ｐ濃度

排水機場からの干拓地排水の影響を受けやすい北部排水機場南側の地点（**図６、７**）と西部承水路南側（**図８**）では、代かき田植え時期の水田濁水の影響を受けて高濃度のピークを示す。しかしこの時点ですでに水田からの排水濃度の 1/2 程度までに希釈されている。その他の地域は農業用水基準以下の良好な水質で灌漑される。この極端な分布は灌漑前半期だけであり、水稲の生育や米の品質への影響の最も少ない期間である。その後、循環利用による拡散と混合で、それが次第に夏期には、低いところは上昇、高かったところは低下し、全地区で同レベルの濃度へと近づく。夏場のアオコ発生は水の

入れ替わり率が最も小さい調整池で発生しやすい。正面堤防地域で高濃度となるのはアオコによる生体濃縮が行われているためと考えられる。一方、この時期は西部承水路や北部排水機場南側の地点では、アオコの影響が低く押さえられていた。水が循環していることによる温度上昇の抑制や、干拓地からの塩類を含む排水の影響、懸濁成分による太陽光の遮断などが理由として考えられる。

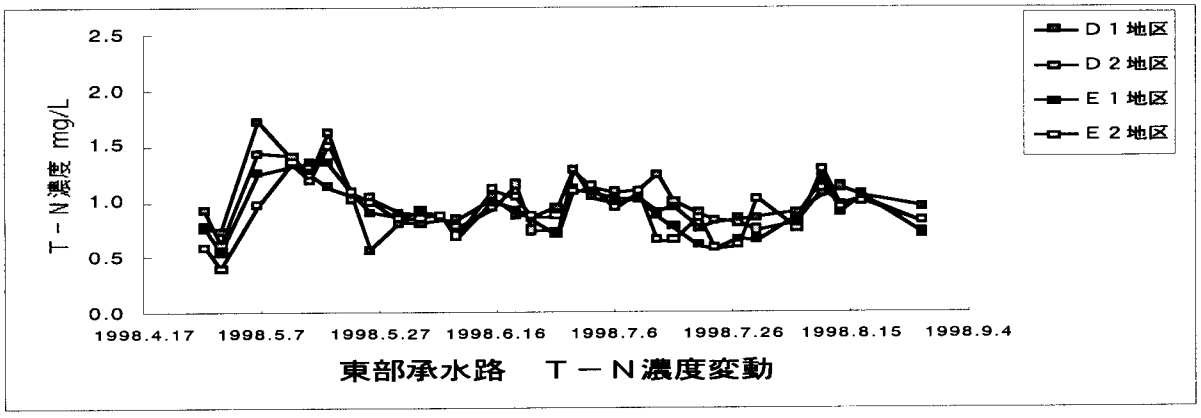


図6　東部承水路T－N濃度（1998年灌漑期間）

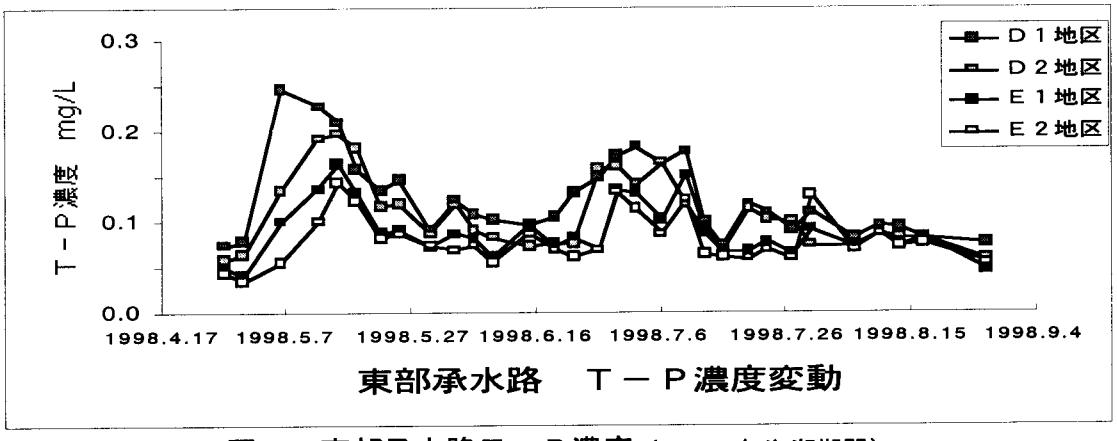


図7　東部承水路T－P濃度（1998年灌漑期間）

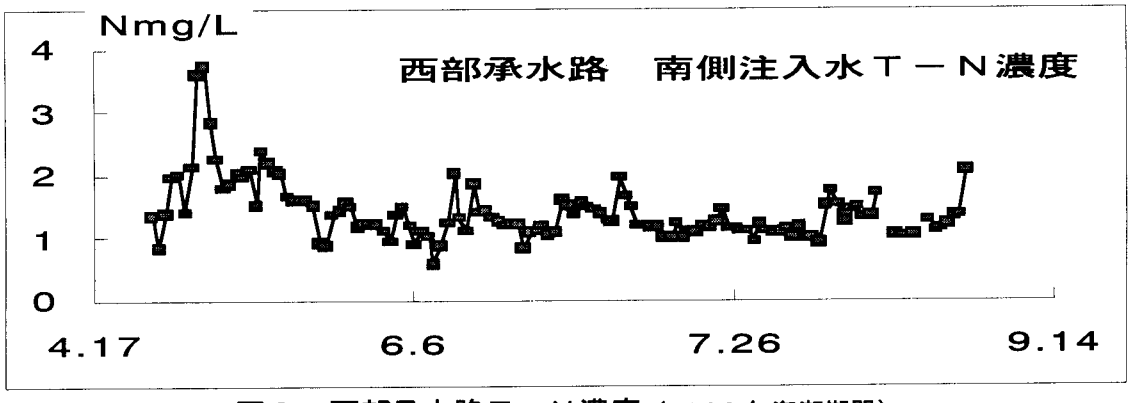


図8　西部承水路T－N濃度（1998年灌漑期間）

2) 排水中のN、P、SS濃度

T-N濃度（**図9**）では両排水機場とも同様の変動を呈した。T-P濃度（**図10**）では

南部排水機場がやや高い濃度で推移したが、干拓地南側にある高濃度でＰを含む湧出水の影響と考えられる。代掻き田植え時期にはN、Ｐとも土壌粒子主体のSS濃度上昇による懸濁態中心の濃度上昇を伴う流出がみられた。

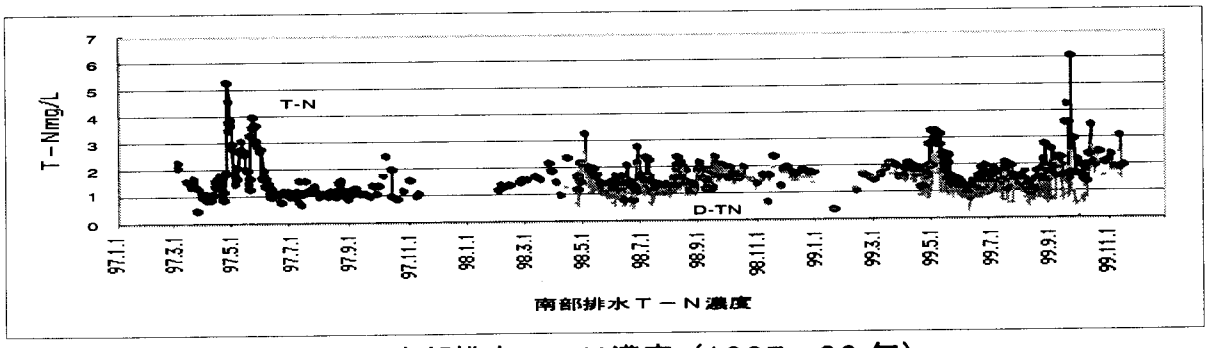


図９　南部排水Ｔ－Ｎ濃度（1997～99 年）

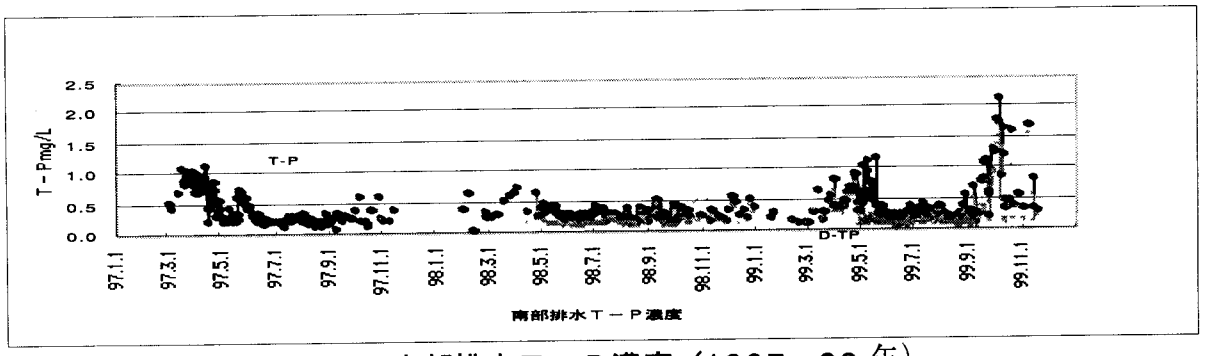


図１０　南部排水Ｔ－Ｐ濃度（1997～99 年）

3) Ｎ、Ｐ排出負荷量

図１２～１５に南北排水機場からのN、Ｐの日排出負荷量の測定結果を示した。

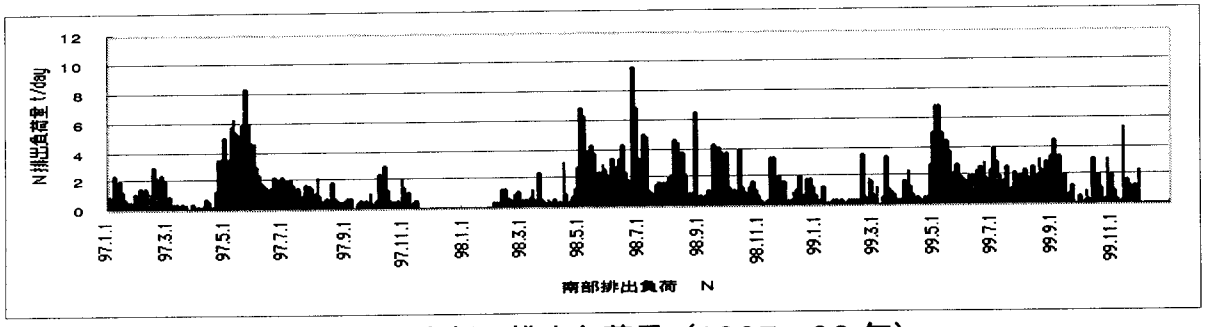


図１１　南部N排出負荷量（1997～99 年）

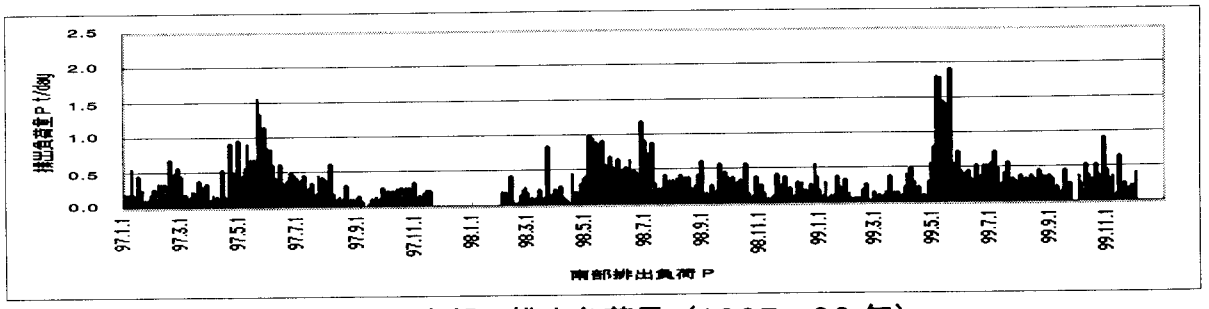


図１２　南部Ｐ排出負荷量（1997～99 年）

②中央干拓地の養分（八郎湖にとっては汚濁成分）収支

干拓地における農業生産活動が水環境に及ぼす影響は、干拓地からの排水中の汚濁成分の濃度とともに、排出量すなわち干拓地から流出する汚濁成分量から干拓地へ流入する成分量を差し引いた『差引排出負荷量』で判断される。

『差引排出負荷量』＝『干拓地からの排出負荷量』－『干拓地への流入量』

干拓地への流入負荷量には外周流域から八郎湖へ到達した成分と干拓地から排出され循環灌漑により再び干拓地へ取り入れられる成分が含まれ、干拓地を対象とした調査では両者を区別することはできないもののモデル計算による検討は可能である。流出負荷が抑制され、排水濃度を低下し得るならば循環利水による流入負荷も減少する可能性がある。また降水量によっても農業用水量の変化や土壌溶脱量が変化することによって負荷量の収支が変化する。しかし「差引排出負荷量」は、どの場合においても干拓地からの純排出量に相当し、干拓地における生産活動の流域への影響を評価する基準値として最適といえる。

差引排出負荷量の日変動を示したものが**図 13** である。灌漑初期には大きな排出があるがこれは代かき田植えの懸濁成分によるピークである。Ｐについてはこの時期の突出がさらに顕著であった。Ｎでは以後の期間でも溶存成分による流出があった。

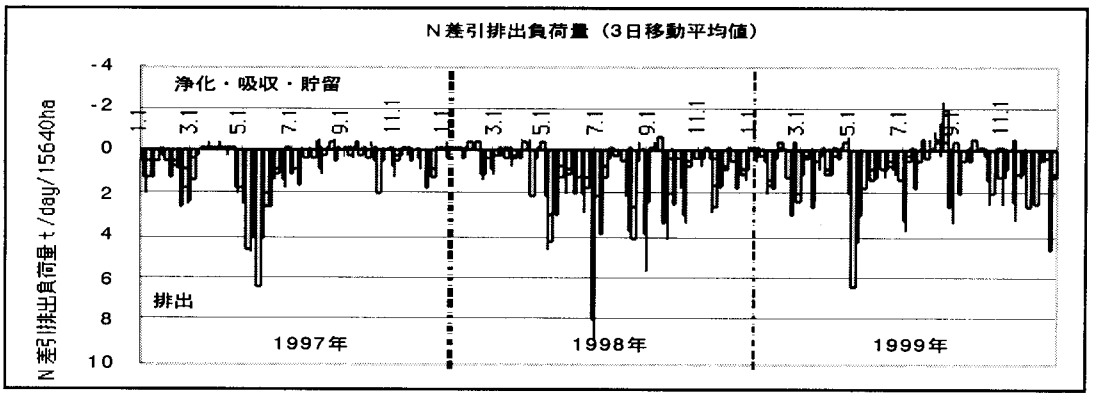


図 13　中央干拓地の差引排出負荷量の日変動（N）

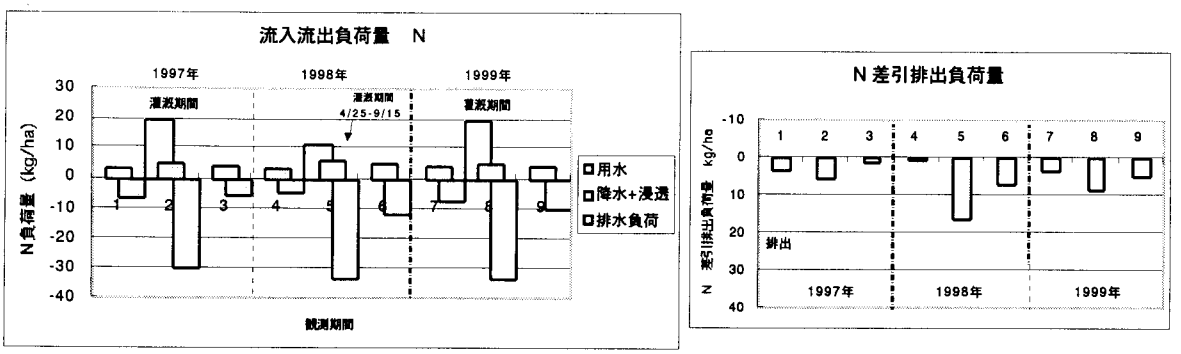


図 14　灌漑期・非灌漑期の流入流出負荷量と差引排出負荷量の年変動（N）

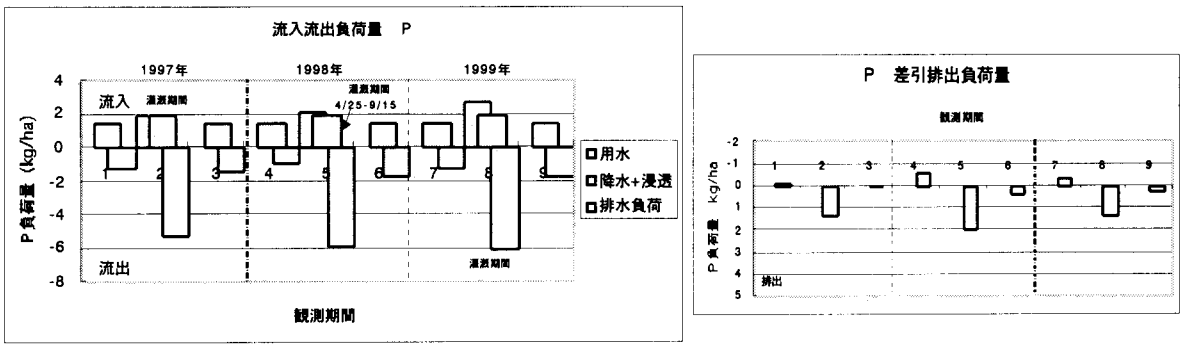


図 15　灌漑期・非灌漑期の流入流出負荷量と差引排出負荷量の年変動（P）

図 14 は中央干拓地の窒素（N）の**図 15** はリン（P）の流入流出負荷量および差引排出負荷量の灌漑期・非灌漑期の年変動を示したものである。灌漑期間だけでは、多い年で 20kg/ha のN差引流出があるが、同程度の流入負荷量があることで、このレベルに抑えられている。干拓地全体では 200 t のN差引排出負荷となる。

灌漑水量が少なく降水量の大きい年のN・Pの排出負荷量は、平年並雨量年の排出負荷量より大きくなった。年間の流出負荷量は、N 40～55、P 6.5～7.6kg/ha となった。

八郎潟中央干拓地への降水と灌漑用水による流入負荷量は、N 24.3～32、P 2.5～2.9kg/ha で、用水量や濃度変化により年による変動が 2～3 割程度であった。

差引排出負荷量は各年ともプラスとなり、干拓地からの流出量が流入量を上回った。その値は、N 8～30、P 3.5～5kg/ha の排出となり、Pの場合よりNの年変動率が大きい結果となった。

降水量の大きい年ほど、溶存性のNの流出量が増加し、差引排出負荷量が大きくなった。この増加は畑暗渠流出水のN濃度測定結果などから、畑状態の圃場からの流出によるところが大きく影響していると考えられる。

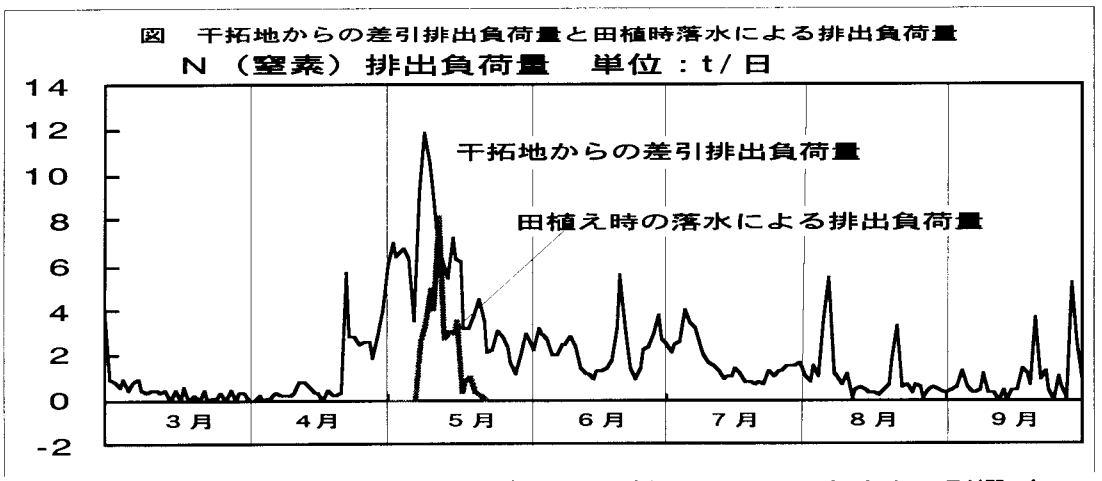


図 －16　干拓地からの養分流出実態と代かき田植え時期の濁水流出の影響（1997）

代かき後の湛水から田植え時までの落水量	平均　84.2 mm

②干拓地からの養分流出実態と代かき田植え時期の濁水流出の影響

次に、田植えのための田面水の強制落水と干拓地からの差引排出負荷量との関係を見るために、アンケート調査を行い水深管理の回答から、おおよその落水量を割り出し差引排出負荷量グラフに加えて示した。

代かき後の湛水から田植え時までの落水量が平均 84.2mm と求められ、この時期の田面水のN濃度をもとに落水による排出負荷量を算定した結果が、**図 16** の斜線で示した排出量である。干拓地からの排出負荷のピークと見事に重なる。田植え時の濁水流出抑制は、排出負荷の削減にとって直接に効果が期待できる具体的課題である。

3.負荷予測シミュレーションによる現象評価[4)]

1) モデルの概要

次に、中央干拓地において不耕起栽培の水田面積を拡大した場合、残存湖の水質がどの程度まで改善されるのか。ここでは水質変動予測モデルを用いて改善効果を検討した一例を紹介する。モデルの構成は、上層から下層への流下と河川への流出および水路や湖内での流動現象に水質変動要素を組み入れたもので、水量と成分量の収支が成り立つように計算される。流域や水田域からの流出現象には土地利用と土壌条件、土層から水路部までの流出を表現できるタンクモデルを採用した。タンクモデルは、外周流域からの流出タンクと干拓地内の地目別タンクとに分かれ、干拓地水田タンクはさらに不耕起水田、慣行代かき水田など栽培方法別に面積比で細分した。これにより新技術の普及による評価を試みる。

2) タンクモデルにおける水質変動と負荷流出量

流出水の水質は、外周流域においては情報が少ないため 1997 年に 1 年間だけ主要な 5 河川について毎日観測した水質変動結果をもとに、代かき田植え時期以外の流量と負荷量との相関が高い時期をL-Q式（負荷ム流量関係式）1）で、人為的要因の強い代かき田植え時期 2、3）を観測年実測日負荷量で推定し、タンクモデルによる流出量を用いて濃度を求めた。

干拓地水田排水の水質予測には、低平地水田での水田水質変化モデル 4）を参考にモデルを構築した。実規模（1.25ha）での農法別流出量調査と、200ha 規模の排水ブロックでの流出実態調査から、1) 一水田の地表流出水濃度、2) 浸透流出水濃度、3) 代かきや田植え等の作業進行状況と流出負荷量との関係を求め、タンクモデルによる流出水量に濃度の重みをかけて排出負荷量を推定した。この値を南北排水機場での実測値と照合し、誤差が小さいことを確認した。

3) 水路と湖水内の負荷流動

干拓地や外周流域から流出してきた水量と水質（=汚濁負荷量）は、つぎに幹線水路や湖内の各地点に流入し、流動と拡散現象等を伴って水域の水質を構成する。そこで幹線水路と残存湖の水域を約 50 のブロックに分けて、ブロック毎に流入水域と排水機場からの距離、取水地点、水深と貯水量を整理した。それぞれのブロックには流域や干拓

水田などからの流出があり濃度変化を経て、隣り合うブロックへ汚濁成分を運ぶ。次のブロックは隣接するブロックからと流域からの汚濁成分の流出を受けて貯水部で新たに濃度を決定する。さらに次のブロックへと計算を繰り返す。ブロック間の水の流れはポンプ操作や取水量、河川流出量で向きを変える（**図 17**：←→印）。流域全体ではその日の地点毎の流出量と水移動量、水質濃度によって、各地点の濃度変動が決まる。以上が水路および湖水部での水質変動モデルで、タンクモデルが上層から下層への水移動と水質変動を表現するのに対し、この部分は水平移動の部分を表現している。モデル精度の検証は、各地点での連続観測値との比較により行った。

計算単位は水質測定間隔と同じ日単位とし、計算順位は 1) 外周流域からの流出、2) 東部および調整池での水量・水質変動、3) 中央干拓地内から幹線排水路への流出、4) 西部承水路の水量・水質変動として、計算の流れを水利用と循環経路に沿ってスムーズに行えるようにした。

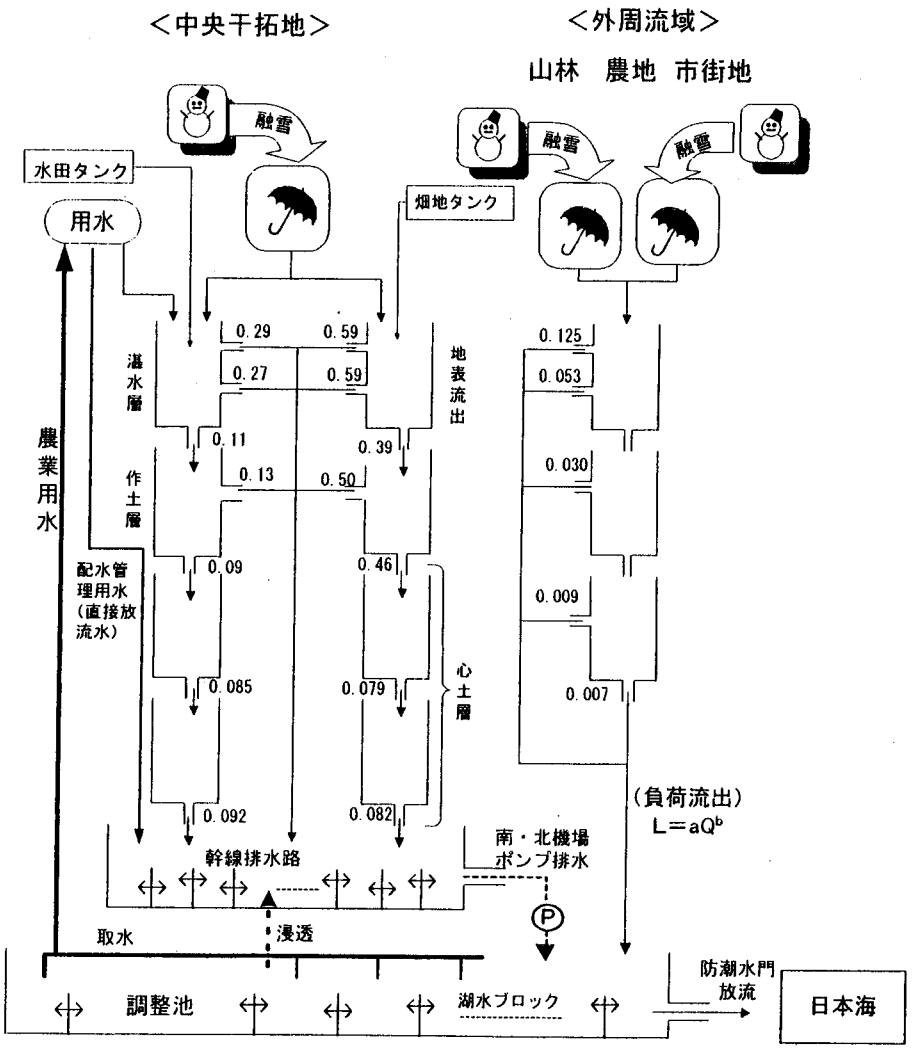


図 17　八郎水質モデル（複合型タンク流出―湖内循環拡散モデル）の概要
注1）　図注の数字はタンクモデル流出孔からの流出水量算定係数
注2）　干拓地水田からの流出水濃度の推定には、①地表流出水濃度実測値、②浸透流出水濃度の実測値、③代かき田植えなどの作業進行状況実測値を用いた。

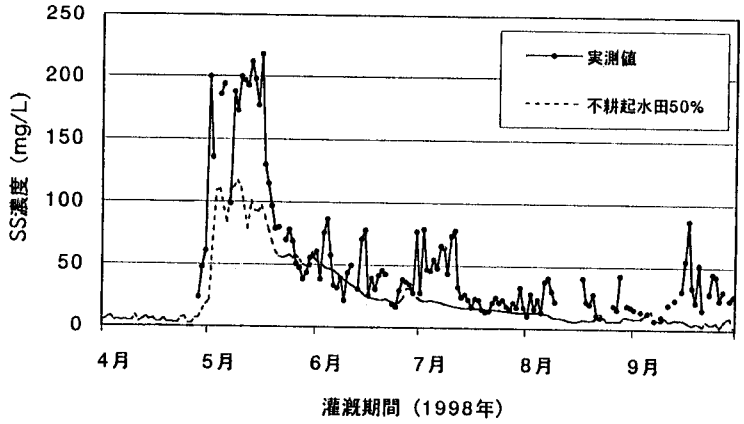


図18　南部機場排水中のSS濃度の時期変動と変化予測

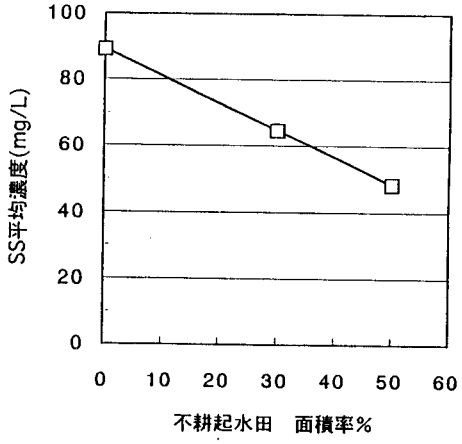


図19　A1取水地点での灌漑前期（5、6月）の平均SS濃度の改善予測

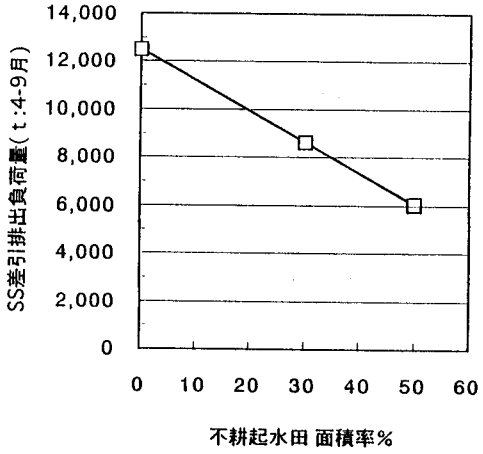


図20　中央干拓地からのSS差引排出負荷量の変化予測

4) 不耕起栽培の普及による水質（SS濃度）改善予測

汚濁成分のうち、濁度の要素であるSS（懸濁物質）濃度につて計算した。モデルの計算に用いた流域定数を表3.20に示す。予測計算では不耕起栽培水田の面積を現状の約0%を30%、50%と拡大した場合の、南部機場排水中のSS濃度の時期変動（**図18**）、一取水地点での灌漑前期（5、6月）の平均濃度の変動（**図19**）、作付け期間の中央干拓地からの差引排出負荷量の変動（**図20**）を予測した。

南北両機場からの排水中のSS濃度は、代かき後半から田植え期間にかけて最高200mg/Lを超える高濃度で調整池へ排出される（**図18**、南部機場：実線）が、濁水の流出がほとんどない不耕起栽培水田が50%普及すると仮定すれば、ピーク濃度は100mg/L程度に低下すると予測される。これに伴い、排水影響域の農業用水中のSS濃

度も低下する。200mg/L から 100mg/L への低下は肉眼でも認識できる程の改善となる。

現状では稲作期間に約 12,000t の懸濁成分（土壌粒子等）を調整池へ排出していることになる。この量は残存湖への総流入水量 12 億 t に対して SS 濃度を平均 10mg/L 上昇させる程度の排出量である、10 t ダンプカーに換算すると 1,200 台分に相当する。不耕起栽培が 50%普及すればこの差引排出負荷量は半分以下に低減され水質環境は改善されるとともに、夏期高水温時の懸濁成分からの栄養塩類の溶出による二次的な水質汚濁についても抑制効果が大いに期待できる。

干拓地全域一体型の環境保全型農業は、地域の特性を考慮するとともに、実利保証制度の確立など村内農業者の相互理解を前提とした計画的で効果的な対策により現実のものとなろう。ここで示した計算例では、干拓地全域に一律 30～50%の不耕起栽培が普及したものと仮定した。しかし、同じ干拓地内の水田であっても干拓地排水の影響度合いは、排水機場排出地点からの距離や湖内の流向により大きく異なる、つまり水質条件に関しては最初から同一ではなく干拓地内に上下流に近い関係があることになる。「下流側」に相当する循環利水域の水田群（西部承水路南側取水域および東部承水路北部排水機場南側の水田域）は、懸濁水を田面で浄化する水質浄化機能をすでに発揮しているが、不耕起栽培水田の浄化量はさらに高く、汚濁負荷流出防止のみでなく干拓地全域からの栄養塩類（残存湖には汚濁成分）の流出をくい止める役割をも果たすことになる。この水田域の環境保全機能をより強化するとともに、他の水田域においては汚濁型の栽培を極力改善することが、地域全体としての環境保全機能を強化する鍵を握る。循環利水域での集中的な不耕起水田の普及は濃度低下や汚濁負荷削減効果を高める結果となる。

また、現状では取水量の 4～6 割程度が配水管理用水として水田には利用されず直接排水路へ放流されており、湖水域への汚濁成分の拡散を速めていたが、この余裕高（直接放流）分の 1/4 を減らすだけで差引排出負荷量をさらに 8%程度削減できると予測された。

4.水質保全からみた干拓低平地の農業土水系管理の課題

以上の測定結果などから、水質保全の面からの干拓低平地の農業土水系管理の課題として下記のいくつかの点が挙げられる。

・湿地としての利用によるN流出の抑制
・冬期の田面管理、非灌漑期間の流出抑制対策
・不耕起栽培拡大による懸濁成分の流出防止、一方で過度な酸化分解・浸透流出の抑制のための土壌管理技術の確立
・水質対応型流域水管理
・生態系強化型、農業生産基盤づくり
・地域用水機能の強化、生態保全用水、物質循環管理用水（水質保全機能用水）
・物質循環管理のための水・土壌管理と物質循環適正化のための指導的役割機関の必要
・小さな循環系の計画的確立
・大きな系（流域外）からの集積の回避＝化学肥料投入量の計画的管理
・無秩序な市場型商社経済から健全な国土とそれを支える農業・食の安全、安定をまも

る政策への転換、農業経営体の強化・支援策
・方向性を持たない対策事業の中止、言い訳的事業は結果的に自分の首を絞める
視点＝基準の確立および地域改善に戦略的に取り組む必要があり、国土をつくってきた農業土木の真価が問われている。

謝　辞

本報告には、農業土木学会東北農政局管内農業農村整備事業方策推進検討委員会「大学・行政の研究交流」および文部省科学研究費補助金（H 9～11 年度：基盤B (1)）の補助による成果を含む。さらにデータ提供及び現地調査において、男鹿東部農地防災事業所、大潟土地改良区、秋田県八郎潟基幹施設管理事務所、西奥羽土地改良調査管理事務所、秋田県農政部に多大なご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

1) 秋田県八郎湖技術検討委員会：「八郎湖水質保全対策」1992 年
2) 大潟村における環境保全型農業に関する研究プロジェクトアンケート調査報告書、1999 年
3) 金田吉弘、大潟村環境創造 21、2001 年度版大潟村農業・環境データブック、pp4-5、2001 年 7 月
4) 近藤　正、秋田県大潟村で実践する「新しい水田農法」、3.4.1-3「不耕起栽培技術の普及による水質改善効果のシミュレーション」、pp220-225、2001 年 7 月

研究報告

「泥炭地の利用と保全」

農村空間研究所
梅田　安治

北海道大学農学部
井上　京

泥炭地の利用と保全

梅田安治・井上　京

はじめに―生きている土地―

泥炭地とは植物の残遺体が堆積して形成された土地ともいうべきところで，残遺体の種類や状況は，それらが植生していた当時とその後の気象自然条件などの多様な情報の蓄積で自然生態系の実物年表ともいうべきものである．それらは現代の泥炭地に引き継がれているのである．その泥炭地を利用するということはその生態系持続に切断的変化を与えることにもなりかねない．そこには一般土壌の土地利用のは異なった配慮が多く求められる．

I　泥炭の形成と特性

1．泥炭地と泥炭地の形成

泥炭地とは泥炭が排水後も地表面に20cm以上あるところとされている．この泥炭地を細分するとき高位泥炭地（Hochmoor），中間泥炭地（Ubergangsmoor），低位泥炭地（Niedermoor）とするのが一般的である．これは生成過程による分類である．そして，それぞれを構成する泥炭地を高位泥炭，中間泥炭，低位泥炭と呼んでいる．

泥炭とは植物の残遺体を多く含有する土のようなものともいうべきであろうか．本質的に地域性の強いものであり，その定義分類もきわめて多岐にわたっている．一般的に，泥炭とは枯死した植物の生化学的分解が十分に行われないまま生成した有機質土で，容易に肉眼で識別できるような植物繊維も含まれている．有機物の含有量について多くの規定が試みられているが，わが国では北海道農試がドイツに範をとって定めた有機物含有量50％以上を泥炭と呼ぶ方式が広く用いられている．また，土質工学関係では有機物含有量20％以上をピートとすることもある．

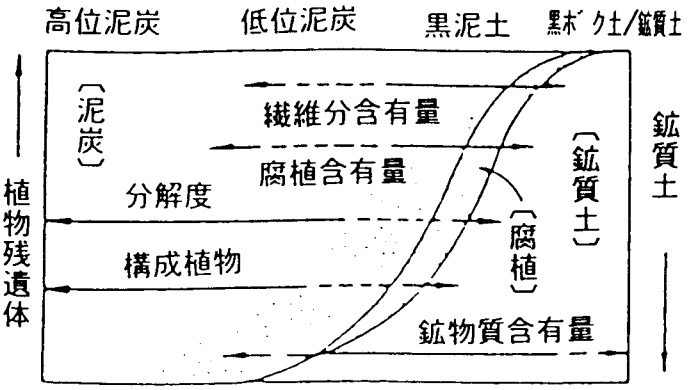
土の中の有機物が，その土の理工学的性質を規定する大きな因子であることは明白であるが，泥炭のような高有機質土にあっては，とくにその有機物の形態が多様であるため尺度化して利用することに多くの困難が伴う．たとえば，低有機質土で有効とされている腐食含有量の試験方法などは安定性にも欠け，必ずしも有効でなく，高有機質土では，土砂含有量，分解度，構成植物の種類などが理工学的性質の指標となりうるであろう．

泥炭地の形成過程を模式的に考えると次のようになるであろう．

周辺の比較的浅い沼があるとき，水辺にはヨシ，ガマ，スゲなどが繁茂する．夏期に生育し

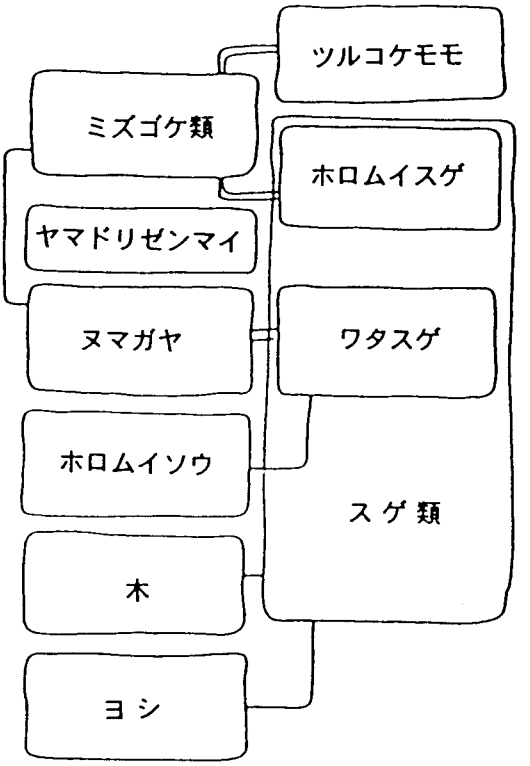
・梅田安治（うめだやすはる）北海道大学名誉教授・農村空間研究所所長
・井上　京（いのうえたかし）北海道大学大学院農学研究科・助教授

たこれらの植物は秋には枯死凋落して水中に沈積し，水中の土砂も交じって水深を減じていくことになる．このように周辺から順次陸化していき，遂に湖沼全域が植物の残遺体で埋めつくされるようになる．このようにしてできたのが低位泥炭地である．ヨシ，スゲなどの残遺体が堆積して地盤が高くなると植生は変化して，ハンノキ，ヤナギなどの小潅木も混交するようになる．



高有機質土における特性指標

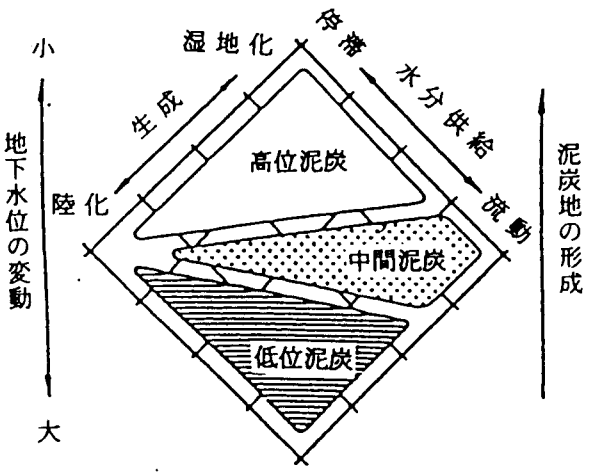
これらの枝葉も漸次堆積していくことによって下からの水分の供給が少なくなり，植生の主体はワタスゲ，ヌマガヤに変わる．またヤマドリゼンマイ，ヤチヤナギなども交えるこの時期に生成したものが中間泥炭地である．この時期に過渡森林が生ずるともいわれているが，わが国ではこれに相当するものは見られない．さらに地盤が高くなり，河川氾濫の影響が少なくなると鉱質養分の不足を来たし，下方からの水分供給はさらに不十分となり，植物は雨水にのみ頼ることになる．このような状態ではミズゴケ類が主として生育し，それにツルコケモモ，ホロムイスゲなどを交えることになる．ここに生成されるのが高位泥炭地である．



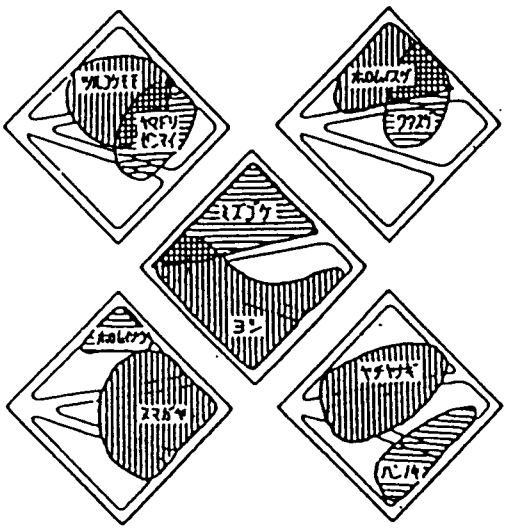
泥炭の主なる構成植物

泥炭地のいずれもがこのように順序よく生成しているわけではなく，環境条件の変化によっては逆行した発達過程を示すこともある．わが国では構成植物をみることによって高位泥炭，中間泥炭，低位泥炭と分類をするのが一般的で，資料の蓄積も多い．火山灰混入のあることなどから構成植物が多種にわたることが多い．

泥炭地の生成過程について，水分供給を停滞状態か流動状態が，泥炭が水中で堆積していく陸化型か，地下水位上，または地表面上で堆積する湿地化型かということで模式化したのが図－　である．一般的にみるならば水中堆積で泥炭の生成が開始される場合が多い．見かけ上は停滞状態であっても地表流水であり，富栄養状態である．それが発達するに伴い水深が浅くなり，水の流動も逓減し，さらには水面以上に発達，また周辺部へ拡大発達するようになる．すなわち，湿地化による泥炭地の生成発達をみるようになる．この過程の各状態の経過履歴がその泥炭地の特性を示すことになろう．経過履歴は泥炭層の構成植物，周辺地形などから知ることができるであろう．



泥炭地の形成過程



泥炭構成植物の生育ゾーン

泥炭地には多種多様の植物が生育するが，それが枯死・堆積したときに泥炭を構成する有機物として残るものは限られ，これら植物はそれぞれに適した水文環境下で生育している．特に泥炭地においては地下水位やその変動形態，供給される栄養分が植物分布に大きく影響している．これを検討することにより泥炭地の生成過程，水文環境履歴などを知ることができる．

泥炭地の地下水位と植物の関係については多くの研究がなされており，また長年月継続して調査されている事例もある．たとえばイングランド東部の Wicken Fen では H. Godwin（1931, 1983）が地下水位と植物群落の関係について調査をおこなっている．またスコットランド南西部にあるブランケット型泥炭地の Silver Flowe では Boatman ら（1931, 1983）が地区全体の水文・水質・植物に関する調査をおこなっている．北アメリカでは Bay（1967）がミネソタ北部の泥炭地について水の栄養性と植生の関連についての調査を，さらに西ドイツでは Eggelsmann（1984）が泥炭地の土地利用状況とその地下水位変動についての研究をおこなっている．

いずれにせよ，泥炭地の植生は，地下水位の高低だけでなく，その変動量・変動形態にも強く影響を受けていることがわかっている．

2．泥炭地の地下水位特性

2・1　泥炭地の水文環境の把握

泥炭地は地下水位が非常に高く，過湿状態にあることがその特徴である．そのなかで，水は降雨や周辺地域からの流入としてもたらされ，地下水という形で貯留され，蒸発散および流出という形態で失われていく．泥炭地の水文環境を把握しようとするとき，これら個々の現象を厳密にとらえようとする努力が多くなされてきた．しかし，特殊な条件下におかれる泥炭地では，これら計測に非常な困難がともない，またその結果も不確定要素の多いものとならざるを得ない．

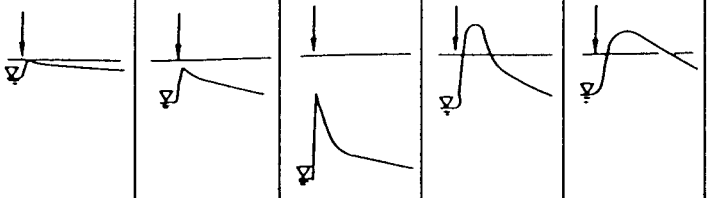
こうした中で，比較的容易に観測することのできる泥炭地の地下水位変動を知ることにより，その水文環境についての有益な情報を得ることができる．

またその表現には，平均地下水位や変動量，水位の頻度分布が用いられることが多かった．それは変動形態を定性・定量的に的確に表現することが困難なためで，泥炭地のように種々の要因の直接的影響を受け，かつ地表面に極めて近いところで変動している場合には，より明解

な表現方法が望まれる．そのためタンクモデルにより泥炭地の地下水変動形態を数値化して表現を可能にした．

2・2　泥炭地の水位変動のパターン（略）

泥炭地の土地利用状況と地下水位変動パターン

		Category	1	2	3	4	5
		Pattern of groundwater fluctuation 地下水位変動パターン					
地下水位変動	Fluetuations of groundwater table	Type of water tablc rise 上昇	immcdiate 即／小 small	immcdiate 即／やや小 rather small	immcdiate 即／やや大 rather large	continuous 遅／大 large	continuous 遅／やや大 rather large
		Form of water table fall 降下	regular 一定	regular 一定	asymptotic 逓減	roughly asymptotic ほぼ逓減	almost regular ほぼ一定
水文環境	Hydrologieal conditions	Usual position of groundwater table 平均的地下水位	high 高	rather high やや高	low 低	rather low やや低	high 高
		Influence of inflow 周囲からの流入	absent なし	absent なし	absent なし	present あり	present あり
		Existence of artificial drainage 人工的排水系	absent なし	absent なし	present あり	present but not pronounccd 不備ながらもあり	absent なし
		Type of peatland 泥炭地	bog 高位泥炭地			fen 低位・中間泥炭地	
		State of land use 土地状況	undeveloped 未開発		developed 開発・利用		undeveloped 未開発
		Remarks 備考	Entirely undeveloped bog in natural stage.	Surface is slighdy draincd.	Artificial drainage systems completed.	Drainage systems are partialy devcloped. Inflows from sur-roundings.	Drainage systems incomplete. Inflows from surroun-dings.
			全く未開発 自然状態の 高位泥炭地	地表付近が 若干乾燥	排水系が 完備	排水系 やや整備 周囲からの 流入あり	排水系 不備 周囲からの 流入あり

2・3　地下水位変動のタンクモデル

泥炭地の地下水位は降雨，地下水流，蒸発散などの影響を受けていて，その変動を定性・定量化することは極めて困難である．そのため地下水位の変動をモデルによって表現することを試みた．すなわち，側壁に流出孔のあるタンクの上から水の供給があったときのタンク内の貯留水位を想定した．上から降雨や周辺からの水の流入があり水位が上昇すると，それに対応して流出孔から流出が生じ水位は降下するというタンク内の水位変動を，地下水位変動のタンクモデルとしてみたものである．

泥炭地は一般に凹地に生成していることから，側壁につけられる流出孔は想定される最低の位置に下段の孔があり，地表面ないし地表面に極めて近いところに上段の孔があることになる．下の孔の大きさ（流出係数．ある時刻における地下水面とその孔の標高との水頭差のうち，単位時間中に流出孔から排出されることにより低下した水位が占める割合）は地形や泥炭の透水係数，蒸発散によって，また上段の孔の流出係数は地形，泥炭の性状に支配されると考えて良いであろう．水位降下をスムーズに表現するために中段の孔を設けることもある．

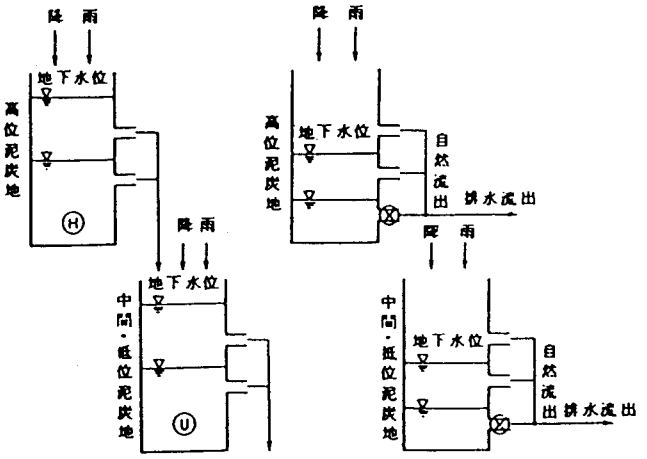
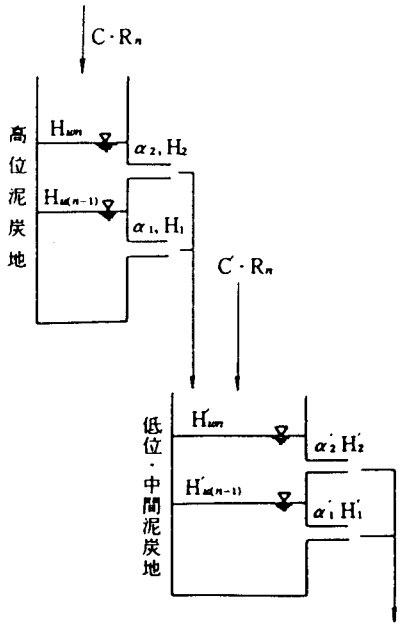


図　左：泥炭地の地下水位変動モデルの基本型．
右：排水機構整備の泥炭地の地下水位モデルの基本型．

泥炭地では，常時高い位置に地下水があることを流出孔のない深い底が示し（左），また，泥炭地からは常時流出のあることを下の流出孔が示している（右）．

高位泥炭地では，Ⓗタンクのみで考えるとよいが，中間，低位泥炭地では，Ⓤタンクの他に，周辺地域からの流入を示すためⒽタンクのようなものが上積みされる．

自然流出では，地下水位が地表面付近に常時あるため，排水機構を整備して地下水位を低下させたときのモデルとして排水流出孔が最下段に取り付けられる．実際のモデルでは流出係数の大きい孔と小さい孔の２孔になる．



泥炭地地下水位変動モデル

高位泥炭地はタンクを一つで考え，低位・中間泥炭地では高位泥炭地からの流入，周辺地域からの流入などを考えて複数タンクにすると現象を表現しやすいことになる．

高位泥炭地についてみると，流出孔の位置標高とその流出係数をH_1，H_2，α_1，α_2として，タンク内の水面（地下水位）位置$H_{v(n-1)}$ のとき単位時間降雨量R，水位上昇係数Cがあると，単位時間後の水面位置H_{vn} は

$$H_{vn}=H_{v(n-1)}-\alpha_1\times(H_{v(n-1)}-H_1)-\alpha_2\times(H_{v(n-1)}-H_2)$$

となる．

また，低位・中間泥炭地に関してみると，下段のタンクの流出孔の位置標高，流出係数，水

面位置H'_1，H'_2，α'_1，α'_2，$H'_{v(n-1)}$とすると，
規模によって決まることになる．そして排水路網が整備されるのであるから，低位・中間泥炭地への高位泥炭地・周辺流域からの流入もなくなるであろう．

いま，排水工によって増加した流出孔の位置標高H_d，流出係数をα_dとすると，高位泥炭地では

$$H_{vn}=H_{v(n-1)}-\alpha_d\times(H_{v(n-1)}-H_d)-\alpha_1\times(H_{v(n-1)}-H_1)$$
$$-\alpha_2\times(H'_{v(n-1)}-H_1)+C'\times R_n$$

低位・中間泥炭地でも，

$$H_{vn}=H_{v(n-1)}-\alpha_d\times(H_{v(n-1)}-H'_d)-(H'_{v(n-1)}-H'_1)$$
$$-\alpha'_2\times(H'_{v(n-1)}-H'_2)+C'\times R_n$$

となり，全く同形のモデルで表現できることになる．

3．泥炭の土質的特性

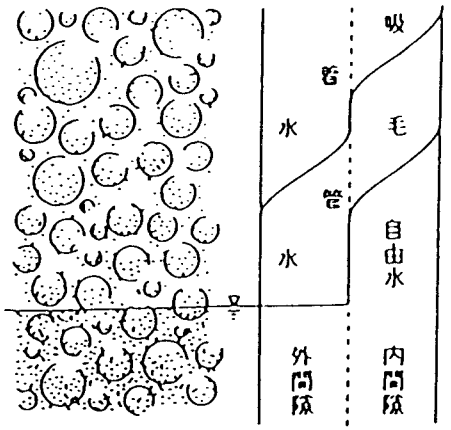
泥炭の水分保持の特徴として，①水分量がきわめて多い，②低pF値における水分量がとくに多い，③一度乾燥すると水分を吸収しにくい，などが挙げられる．

一般に，鉱質土壌ではボール状の土粒子の集合体の周囲に水が着いているモデルを想定しているが，泥炭ではカップ状のものが乱積みになっていて，その中に水が入り，外周にも水が着いていると考えることにする．すなわち，間隙はカップの内側と外側にあることになり，きわめて間隙が大きく，保持水分量が多いのは当然である．カップの内間隙の水は外間隙の水の直接的には連続しないで低pF値のものである．しかし構造上内間隙の水は蒸発か圧縮によってのみ外へ出ることになり，水が出て空気に置き換わった内間隙には外からの水は表面張力などのため入りにくくなる．これが乾燥～湿潤の難可逆性を示すことになる．

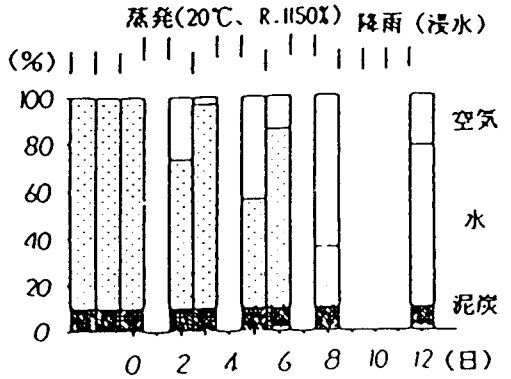
泥炭の間隙が多い割に透水性が比較的小さい．これは内・外間隙のうち透水に関与するのは外間隙のみのためである．泥炭地で排水工事を実施したとき，その効果発現に数年を要することと合致する．すなわち，泥炭地で排水を施工したとき，カップの外側の外間隙の水は普通土の場合とほぼ同様に排除されるが，カップ内間隙で示される構成植物の繊維分の中の水は蒸発によってのみ排除されることが相当の時間を要することになる．

泥炭の分解度が，その理工学性を大きく支配していることが知られている．一般的にみるならば，分解の程度がすすむに伴い透水係数は小さくなり，強度は大きくなる傾向を示す．これは分解に伴い間隙が小さくなっていくことによるのであろう．

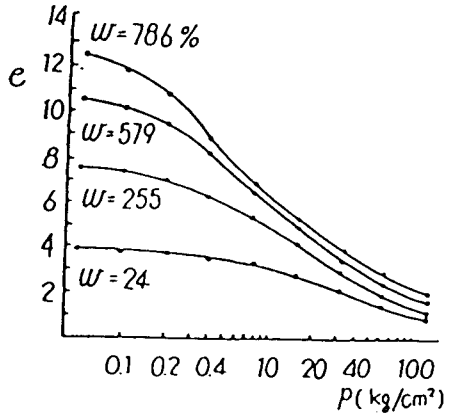
泥炭の理工学性の特徴として，植物遺体の堆積が層状になりやすいことから異方性であること，また構成素材が植物であるから，場所により異なりバラツキが多いことが挙げられる．とくに，泥炭の水分は単なる泥炭構成物の間隙の水分としてのみでなく，泥炭構成物自体の性状にも大きく関与している．また，排水（乾燥化）―湿潤に難可逆的な部分があるため，排水履歴がその理工学性に大きく影響している．北海道内各地の泥炭試料を50㎜立方にして，0.04kg/㎠の載荷をしたときの圧縮量を間隙比との関係でみたとき，排水履歴のあるグループとそれのないグループに明確に分かれた．また，引張り強さについては含水比の低下に伴い急激に増大しているのがみとめられる．圧密特性についても，排水履歴のない泥炭と，その泥炭をある



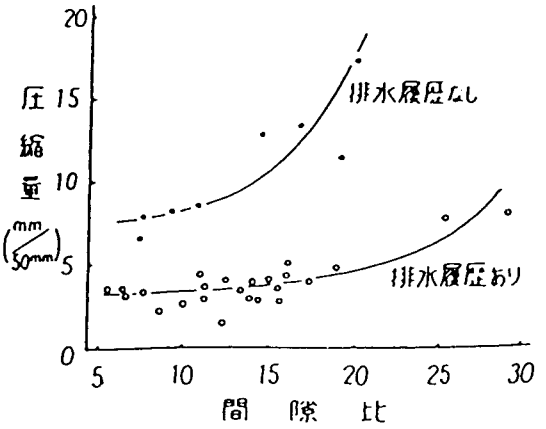
泥炭地の保水機構説明図



泥炭地の乾湿の繰返しによる三相比の変化



排水乾燥（W＝含水比）履歴ごとの e～p 曲線



泥炭の間隙比と圧縮量

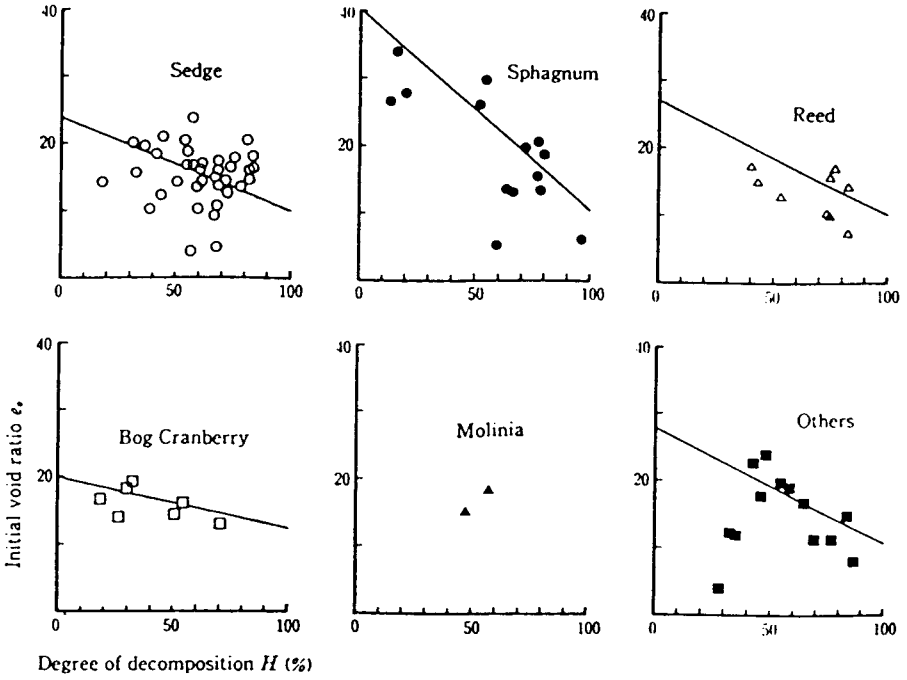
程度排水乾燥過程を経たものを一応飽和状態に復元した試料による圧密試験の結果を e～p 曲線にしてみると，排水乾燥排水程度の大きいものほど，圧縮指数，圧密係数が小さくなり，一般的にみるならば強度が増大していることになる．これらは間隙量縮小の効果とともに構成素材の植物繊維体の強度の増加などが，再湿潤後も残存するためとみられる．

泥炭の構成植物は，その生成過程において異なり，とくに，日本の泥炭地では，その生成環境から，数種類の植物より構成されることや後背景周辺からの土砂や火山灰土の混入もあり，複雑なものとなるが，構成植物の個々の強さやからみ合いによる強さなどが，工学的特性を支配する因子となる．

さらに，泥炭はその堆積過程において，その茎や根が，破損・切断などによる機械的分解や化学的分解により微細化してゆき，一部は消滅してゆくものもある．この分解の過程においても，茎が偏平化していくなどの変化もあり，構成植物と同時に，分解度も土の圧縮性を支配する重要な因子となる．

初期間隙比は，土の構造を表す指標となるものであり，構成植物の種類やその分解の程度は，構造に対する影響因子の一つである．

そこで，構成植物や分解度が初期間隙比に与える影響をみるため，主構成植物ごとに，分解度 H と初期間隙比 e_0 関係を図に示す．



構成植物別の分解度（フルイ法）初期間隙比

いずれの構成植物とも，分解度が大きくなると，粗粒の植物繊維が細粒化し，細粒分が間隙を充填していくため，初期間隙比が小さくなる．この傾向を図の直線の勾配からみると，ミズゴケが最も顕著であり，ついで，差は少ないが，ヨシ＞スゲ＞ツルコケモモの順となっている．

構成植物の影響は，初期間隙比と分解度の関係では，ミズゴケ，ヨシ，スゲ，ツルコケモモの順で，分解による間隙比の低下は大きくなり，圧密係数や透水係数は逆の順で小さくなる．すなわち，構成植物に支配される初期堆積状態における構造の差が，分解や圧密によって残存し，圧縮性や透水性に影響を与えることもになる．それゆえ，低い圧密圧力では，泥炭の圧縮特性の指標として，構成植物をパラメーターとすることが可能であった．

しかし，圧縮指数を初期間隙比で，二次圧密係数を各圧力段階の圧縮指数で整理することにより，構成植物の影響を消去することができる．

つぎに，泥炭の分類を，従来の高位・中間・低位泥炭の分類に加えて，構成植物を基礎とした生成過程による細分類を行うことにより，泥炭の生成過程のコースによる圧縮性の違いを明確にすることができる．

これらは，載荷条件による沈下問題だけではなく，泥炭地における，一般的な土地利用の進行に伴う，自然的地盤沈下の解析・予測などに有用であろう．

Ⅱ　農業生産基盤としての泥炭地

1．泥炭地の農業利用

泥炭地は元来地下水位が非常に高く，平たん地であるため，その排水が農地造成の第一条件である．泥炭地は平坦で水利の便の得やすい条件にあり，その農地化が戦後の食糧増産の時代になされた部分が多いためもあり，多く造田がなされている．その気象条件などから酪農草地

としての利用もされている．いま泥炭地水田造成の過程をみると，いずれも最初から造田されることはなく，一度開畑された後に水田化されている．それは種々の要因によるものとみられるが，結果的にみるならば，開畑から造田まで，すなわち，畑としての利用期間，とくに排水履歴期間の長い水田ほど基盤として安定した状態を示している．

水稲生育の面からみても地下水位の高いことが，さまざまの障害の原因となっているが，昭和８年の現地調査では泥炭地で排水不良のところで著しくイモチ病が発生している．また，排水の良好なところでは泥炭地でもイモチ病の発生の極端に少ないことが認められている．また，排水初期の水田では多量の窒素供給，供給時期の遅れなどを生じることがある．しかし，排水改良が行われ熟田化した水田では吸収遅延は発生していない．

地下水位の低下による収量の増加の例を表に示す．

地下水位と水稲収量

種名＼地下水位品	25cm以内	30～40cm	50～60cm
石　狩　白　毛	29.9	30.8	36.4
北　海 129 号	25.0	31.1	39.7
北　海 138 号	14.2	16.9	33.3
農　林　20 号	10.4	10.7	13.2

（美唄泥炭試：昭和26年）

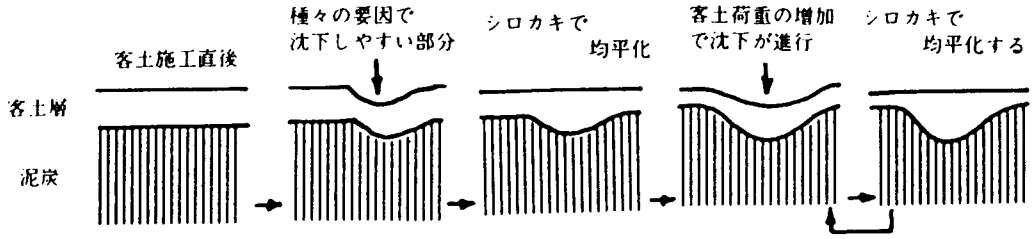
以前はほとんどの泥炭地では灌漑期間中，暗渠の水甲は閉じ，明渠排水をせき上げているため，水田の排水施設は非灌漑期のみにその機能を発揮していた．しかし圃場整備の進行により，灌漑期間中の排水にも機能発揮をするようになりつつある．

泥炭地の湿潤状態の圃場では，客土のない方がトラクターの走行に対して有利である．これは泥炭の構成植物残体の繊維状のものがからみあって版状の働きをしているためとみられる．しかし，泥炭は乾燥密度が約0.1と小さく，土層はきわめて軟弱であり，地盤としての支持力は小さなものである．この泥炭自体の支持力は増大させるには排水によるしかないと考えられる．

また，泥炭の排水現象をみるとき，泥炭の間隙が内間隙と外間隙とからなっていて，重力排水で直接的には外間隙のみしか排水されず，内間隙の水は，圧縮，蒸発によるしかなく，そのためには時間的経過が必要である．排水によって不等沈下などの生ずることもしばしばあるので，泥炭地での圃場整備をはじめ各種の工事において事前排水，予備排水を行うことがきわめて有効である．とくに客土工事に先行して排水を施工することにより，事前に地盤特性としての不等沈下を発生させ，その補正均平化が可能となり客土厚の均等化に有効である．

泥炭地の水田の地盤高についてみるとき，毎年春のシロカキ時に均平化されるため大きなバラツキはなく，もし凹凸が生じていても，シロカキ作業で補正されることになる．その補正のため耕土（その大部分は客土）の移動によって客土層厚の変動，バラツキが生じている．一部には客土施工時からのバラツキもあるが，大部分は田面の不陸の補正によるものとみられる．

客土施工後の経過年数と地盤高のバラツキを標高偏差によってみると，経過年数とともに増加するが，やがてある一定値に漸近する傾向を示している．これは客土施工直後は，客土施工



最初は主として泥炭の不均一的性状から生じた沈下部分がシロカキ均平作業で周囲の客土をよせることによって埋められ、さらに沈下を進行して、これを繰り返していく。

客土層の経年変化

以前の地表面の凹凸による客土厚のバラツキ，泥炭の圧縮，圧密性の差異，客土施行時の一時集積による部分沈下などから部分的に沈下し，それがシロカキ作業で補正されることにより，さらに客土層厚の不均一化が進み，さらに新しい沈下，バラツキを生じさせている面もあるが，ある一定限度のところに落着くことを示している．

2．泥炭地の課題―沈下のメカニズム―

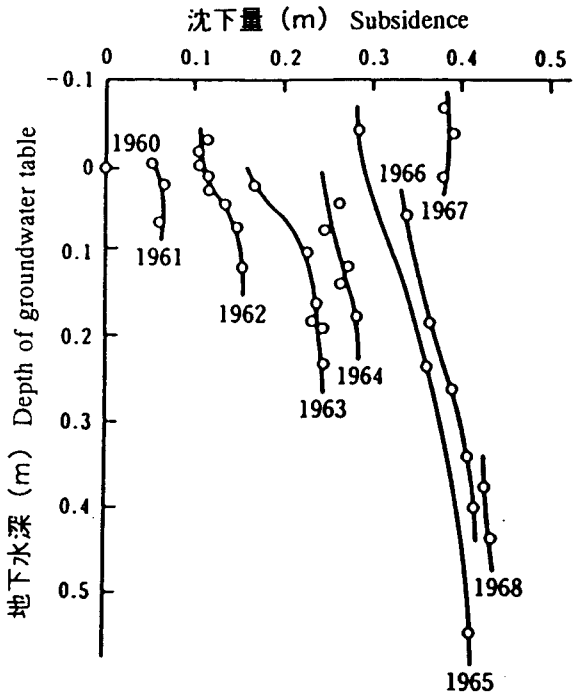
泥炭地の地盤沈下問題は，利用当初から危険視されていたが近年泥炭地の利用が高度化するとともに多くの注目を集めている．この沈下問題は以前からも論じられているところでもある．時任一彦は大正年間の札幌市郊外雁来原野の泥炭地調査報告などで泥炭地の環境問題とともにその沈下についても予見し，「泥炭地の沈下は排水設計上閑却すべからざる重要事項なり」と指摘している．

泥炭地の沈下事例については世界各地で報告されている．英国 Fenland 地方 Whittlesay Mere では，泥炭層の収縮を知るために，7.3mの泥炭層を貫いて下の粘土層に達する鉄柱が1848年に立てられた．1870年までに2.33m，1932年までは3.25mの地表面の沈下が測定されている．

また，アメリカ・Florida 州 Everglades では，1914年に最初の排水がなされた後，徐々に沈下が進行していたが，1927年にポンプにより排水強化をしたところ，さらに段階的に沈下した事例なども報告されている．

北海道サロベツでは自然状態の泥炭地を排水した結果，地表面が地下水位の変動に対応した変動をしつつ，沈下量を累積していく現象を明確に示している．

泥炭地の地盤沈下，とくに載荷重のない自然状態の地表面の沈下は，排水などによる地下水位の低下が，圧密作用，乾燥収縮，分解などを進行させることによって生ずるものと考えられる．とくに圧密作用は，地下水位の低下に伴い表層部が下層への荷重となることによって進行する．北海道では圧密・圧縮による沈下が大きいと考えられる．サロベツなどでの観測事例に



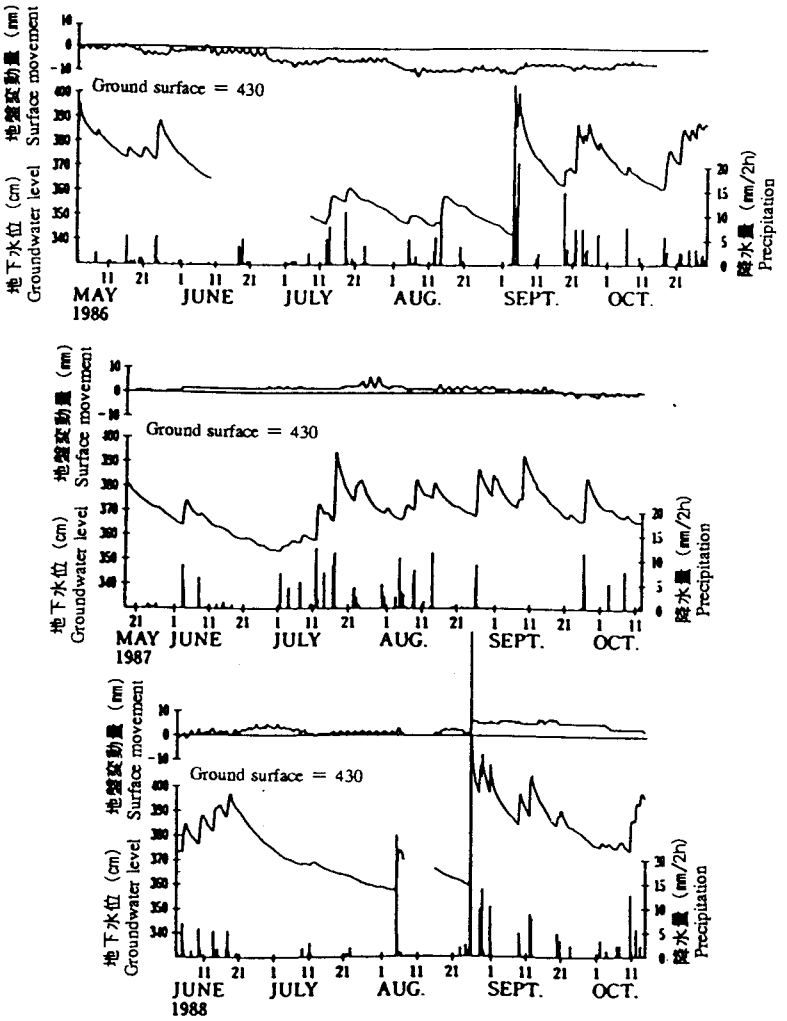
サロベツ泥炭地における地下量と地下水深の関係
(1960～1968)

みられるように，泥炭地の地表面は地下水位の変動に伴って変動し，長期間にわたる水位の低下とともに徐々に沈下傾向を示す．これは泥炭の構成素材事態が柔軟で間隙が多く，地表面にきわめて近いところにある地下水位の影響に敏感に反応するためであろう．

泥炭地の沈下現象は，泥炭の物性に大きくかかわっていることは明確である．しかし，その物性がきわめて複雑で均一性に乏しく，またその水分履歴などでその特性を著しく変化させるということもあり，沈下現象をきわめて複雑なものにしている．

サロベツ落合のように未排水でほとんど自然状態の高位泥炭地では，地下水位が地表面近くで，小さな幅で変動しているため，泥炭の水分状態が著しく変化することはなく，泥炭の乾燥収縮や分解はほとんど進行していない．つまり，地盤の変動は表層部が下層部への荷重となることで生じているといえる．ミズゴケなどを主とする高位泥炭地の表層部はきわめて膨軟であるため，地下水位の低下による地盤の沈下は生じやすく，一方地下水位が上昇すると容易に復元することになる．高位泥炭地はこのような地盤の変動を繰返していることになる．

美唄水田休耕地は排水が十分に効いた泥炭地の例といえよう．隣接している未利用地も排水系の影響を受けているが，水田休耕地は未利用地よりも地盤標高が1.2mほど低いことから，水田休耕地の地盤沈下は相当進んでいることがわかる．排水されてから長期間を経たこのような泥炭地では，泥炭の諸特性が変化することが知られている．



美唄水田休耕地の地盤変動と地下水位変動

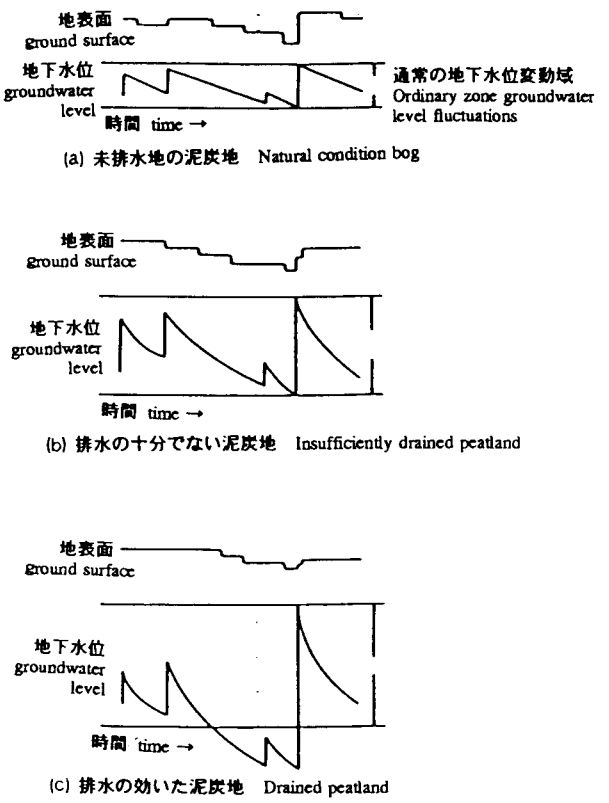
美唄水田休耕地では分解度が大きく有機物含有量がやや小さい値である．間隙比を比較すると，未利用地よりも水田休耕地の値が小さい．これは泥炭の分解，客土による鉱質土の混入，地盤の沈下などのためと考えられる．未利用地では表層よりも下層の間隙比が大きい．表層部の排水に伴う乾燥収縮によるものと考えられる．

美唄水田休耕地で地盤の沈下あるいは上昇が生じているのは，地下水位が著しく低下したときや，多量の降雨により大幅に地下水位が上昇したときのみである．つまり，地下水位が通常の変動層を越えて変動したときにのみ地盤変動が生じたといえよう．地下水位の常時変動域内の泥炭はすでに排水による乾燥・圧縮を繰返し受けており，それに対応する特性は限界に達しているのであろう．また既往以上の荷重がかかり圧密沈下が生じ後，地下水位が上昇しても泥炭の不可逆的な水分保持特性のため，排水される以前の水分状態を回復することはほとんどなく，地盤の上昇は生じにくい．ただし，多量の降雨などにより地下水位が下層から地表面近くまで大幅に急上昇すると地盤の上昇もわずかながら生じている．

泥炭地の発達過程からみた地下水位変動の履歴を考えると，高位泥炭地では地下水位が地表面にごく近い位置を維持しながら発達している．つまり，泥炭はほとんど地下水面下にあるため，大きな荷重を受けることなく堆積しているといえる．このような泥炭地では，一般的にサロベツ落合のような地盤変動を繰返しているとみられる．

泥炭地が排水されると地下水位は低下し，それに伴って地下水面より上の泥炭層が乾燥化・収縮するとともに，地下水面下より上の泥炭層に対して荷重となり，圧密が生じることで地盤の沈下が生じる．排水系の整備が進と，地下水位は降雨による上昇一降下を繰返しながらも徐々に低下していく．地盤も地下水位の変動に伴って上昇一沈下を繰返しながら沈下していくことになる．排水系による地下水位の低下が十分に進み安定状態になると，既往最低地下水位まではそれまでの荷重履歴の範囲内であり地盤変動は生じにくいが，さらにそれより地下水位が低下することがあれば地盤の沈下は明確に進むことになる．

未排水の泥炭地では，一連の降雨による地下水位の変動に対応した地盤の変動が生じ，その変動幅は比較的大きい．排水の効いた泥炭地ではすでに地盤の沈下が進行し，通常の地下水位変動域内の泥炭層では地盤変動がほとんど生ぜず，荷重の履歴に乏しい泥炭層まで大きく地下水位が低下し下層泥炭層が新たな荷重履歴を受けたとき沈下を生じ，また多量の降雨によって地下水位が大幅に上昇したときにのみ地盤の上昇が生じる．その変動幅は未排水の泥炭地の場合と比較して小さい．排水の十分でない泥炭地では，小さな地下水



泥炭地の地盤変動パターン

位の変動では地盤変動は生じないが，ある程度大きな地下水位の変動に対応した地盤変動が生じる．

泥炭地の地盤と地下水位の変動を連続的に観測した結果，土地利用（＝排水）の進行状況の違いによって地盤変動のパターンが異なることがわかった．これは泥炭層の排水履歴の違い，すなわち泥炭の圧縮性の履歴の違いによるものといえよう．泥炭地の地盤沈下を考える上では荷重条件のひとつの要因として地下水位も重要な要素として考慮しなくてはならない．つまり，排水の進行とともに変化する地下水位の変動域と荷重の履歴を受ける泥炭層は密接な関係があり，それが地盤沈下挙動に影響している．

泥炭地の地盤と地下水位の関係に着目し，それらの関係について考察し，排水の進行の程度によりそのパターンを分類し，地盤沈下に関与する層は地下水位変動域とともに変化することをたしかめた．このことは，泥炭地盤の沈下機構の解明には泥炭層を単一・均質な層ととらえるのではなく，排水・荷重履歴を考慮した層序としてとらえることの必要性を示唆している．すなわち，変動層を把握したうえで，その理工学的特性を知ることが重要となる．

Ⅲ　湿地としての泥炭地

泥炭地の位置づけは，近年大きく変化した．北海道でも，明治以来の開拓において，泥炭地は開拓困難な土地であり，「谷地」とか「原野」と称される過湿地であったが，食糧増産期の農地の外延的拡大に伴って，開発の対象となっていった．技術力の向上や各種施工機械の進歩とともに農地化は進み，石狩川流域の泥炭地はほぼ完全に水田化され，道北，道東でも泥炭地の草地利用が進められてきた．

社会的情勢の変化とともに，どちらかといえば「負」の位置付けがなされていた湿地・泥炭地が，「貴重な自然」・「特異な生態系」などと評価されるようになった．とくに，北梅道においてもいわゆる湿原とよばれる自然のままの泥炭地が減少しつつあることなどから，その保護保全を求める声が高まってきた．

これまで，農業土木の分野では，泥炭地の土地利用を進めるために様々な働きかけをし，それなりの成果をあげてきたといえる．それは，地域の自然環境が持つ多様性の制御でもあった．昨今，地域の土地利用にあたって，その多様性を内包した手法が求められているといえよう．とくに，泥炭地に関していえば，その地理的配置の特徴から，農地利用と自然保全的利用の泥炭地が隣接することが多く，農業側に何らかの対策が求められることが多くなってきている．自然保全的利用がなされる泥炭地に対し影響を及ぼしているのは必ずしも農業だけでなく，河川や道路などの人工工作物もかなりの影響を与えている．また，自然そのものの変遷により泥炭地が変化しているということもある．いずれの場合においても，自然環境の保全という立場から何らかの対策を求められるということが生じつつある．

1．排水路の影響

泥炭地の農地利用が進む一方で，農地に隣接した未利用の泥炭地が湿原として保全の対象に設定されるというケースが近年生じてきた．この場合，農地では排水が必須条件であるのに対

し，湿原にはできるだけ排水の影響が及ばないようにする必要がある．

サロベツ泥炭地で放水路が地域の排水性の改善のために1960年代に開削されたもので，その完成後，上流部の湛水被害は解消し，また放水路北側において泥炭地での草地造成が進められた．一方，放水路の南1,500mに道路があり，その南側が国立公園として指定されている．その間の地下水面をみると，ほぼ地表面に平行しているが，放水路付近では地表勾配・地下水面の勾配とも大きくなり，放水路へ向かって低下している．これは放水路の開削により，付近の水位が低下するとともに泥炭地も沈下したものである．その範囲は放水路からおよそ300m～400mに及んでいる．それより以遠では地表面・地下氷面ともにほぼ平担であり，また地下水位はごく浅い．現地踏査では，放水路に近いところでヨシ，イワノガリヤス，ヤチヤナギなど，乾燥条件により強い植生が目立つようになり，地盤自体も比較的堅固なのに対し，放水路から離れるにしたがってミズゴケ，ツルコケモモ，スゲの類が目立ち，地盤も泥炭地特有の不安定な，いわゆる「フローティング・マット」の状態となる．サロベツ放水路の場合，放水路水面と遠方平坦部の地下水位の比高は約５ｍにおよぶかなり大きなものであるが，地表面・地下水面の断面形，および植生や地盤の状態からみて，その影響の及ぶのは300m程度までといえよう．

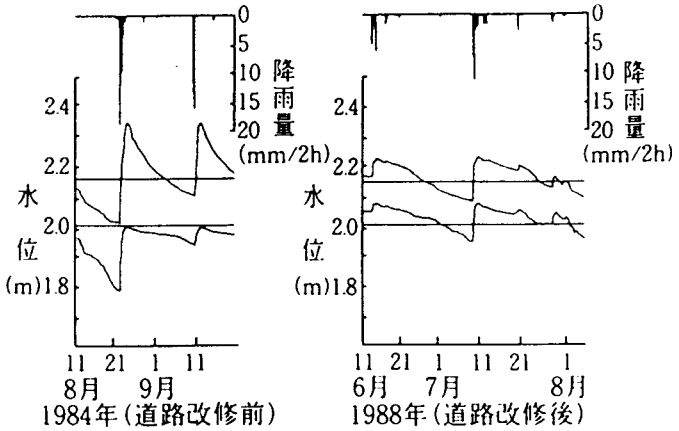
釧路泥炭地において，明渠排水の影響を調査した．調査線における地表面・地下水面の形状は，明渠から約200mまで明渠側への勾配を有しているが，それより以遠ではさわめて緩やかに湿原側に傾斜し，また地下水面は地表面とほぼ同じか，湛水状態にあり，明集の影響は見られない．

全くの未利用・自然状態のところに開削された排水路の影響範囲は，これらの場合，おおよそ200mから300mとみられる．これらの結果から，他に特別な保全対策がとられない場合，緩衝帯として上記以上の幅が泥炭地では必要であるといえよう．

２．道路盛土と湿原の水文環境

北海道東部・霧多布泥炭地では，泥炭地を横断する道路の改良にあたっては，周辺泥炭地におよぼす水文的影響に配慮した構造で施工された．

霧多布湿原は南北約10km，東西約３kmの低平な泥炭地で，その中心部約３km²は高位泥炭地形成植物辞落として天然記念物の指定を受けている．この湿原を東西に横断する道路は，1985年から改修拡幅されることとなった．その時点での周辺湿原の状況として，道路盛土の下流側ではヌマガヤ，ヤチヤナギ，ワタスゲを伴うミズゴケ群落が目立ったのに対し，上流側ではこれにヨシの加わった群落が優先するなど，道踏両側の植生に差異が認められた．また，地下水位の変動パターンにも差異があり，これらは旧道の道踏盛土の影響によるものと考えられた．そこで道路の改修に際し，周辺泥炭地に影響



霧多市湿原における道路改修前後の地下水位変動（道路両側30mで観測）

を及ぼさないことはもちろん，湿原本来の地下水状態を回復・維持できるような対策が講じられた．

すなわち，道路側溝による過排水や道路盛土による地下水流動の阻害が生じないようにした．具体的には①道路側溝を排水河川に直接連結しない，②道路側溝を50～100mごとに堰止め，プールとする，③プールとプールの境界は越流堰とし，一定水位以上では排水路として機能させる，④道路両側のプールを道路下に埋設した暗集で連結し，道路横断方向の水移動を可能にし，水位のバランスをとる，というものである．

道路側溝が排水路となって周辺泥炭地の乾燥化をきたす例がよくみられるが，ここでは側溝を連続させず，短い区間で仕切ることにより，水位が常峙ある程度保たれるように配慮した．これにより過排水による道路周辺の湿原の乾燥化を防ぎ，また道路の維持管埋に支障をきたすほど水位が高い場合には，プール間の仕切を水が越流して排除されるようにした．

調査を行った道路付近では，道路横断方向に約2/1,000の勾配があるため，旧道の道路盛土により，盛土の上流側では地下水位は堰上げ状態になり，その範囲は地下水位が最も高いときで道から最大150mにまでおよんでいた．一方下流側では地下水供給不足の状態にあったが，暗渠により道路両側のプールを接続し，道路横断方向地下水流動を可能にしたところ，両側の地下水位等しくなり，ほぼ地表面に平行した地下水面が形成された．また，改修後の1988年の地下水位観測で，道踏の両側とも同じ地下水位変動パターンを示しいることが確認された

その1991年の植生調査によると，道路北側でのヨシの混合割合の減少と，道路両側のミズゴケ群の回復がみられるなど，道路両側の植生に近似化傾向がみられはじめている．

3．道サロベツ湿原のササ対策（略）

4．サロベツ泥炭地のミズゴケ復元実験（略）

5．湿原の水文環境保全対

これらのいずれも湿原の水文環境の保全によって湿原の保全の可能性を示している．その具体的策として，緩衝帯の確保，排水路の堰上げ，補給水路，遮水壁・遮水シート，遮水堤防などを提示する．

(1) **緩衝帯の確保**　用地的な問題がない場合，必要な幅で緩衝帯を取ることは，最も自然な形での保全対策となる．しかし用地的に容易でない場合，また積極的に他の対策を併用することでより効果を上げることが期待できる場合，以下のような対策を組合わせることも考えられる．

(2) **補給水路**　地下水の補給を可能にするため，排水路または浅い水路へ外部から水を供給しようとするものである．ただ水路に沿ってたとえばヨシ，ガマなどの植物が生育する可能性があり，景観的にやや特異なものとなりがちなので，水踏を蛇行させたり，部分的に水路の幅を変化させるなどの配慮が必要である．

またこの水路へ流入させる水は，水質に対する配慮・検討が重要である．

(3) **排水路の堰上げ**　排水路を何らかの方法で堰上げることにより，地下水位の上昇・保持

をねらうものである．この方法は，かつて排水路が掘削され，現在は放棄・原野化した湿原などの場合に効果的であろう．水位上昇により，泥炭地特有の地盤沈下も軽減が可能である．周辺から切り出した泥炭をブロック状に積み上げて水路を堰上げれば，やがてその部分にも植生がつき，周囲と同化したものとなる．

ただし農地が近接する場合，水位堰上げの影響が農地側に及ぶことも考えられる．この場合，(2)の補給水路を湿原側に設けることが有効である．

(4) **遮水壁・遮水シート**　サロベツ湿原の事例で示したように，地下水の流れの方向を横断する線（一般的には等高線と一致）に沿って細い溝を設け，ビニル・シートや板等を差し込むことによってその線より上流側の地下水の流動を抑制し堰上げ状態とし，水位の低下を少なくすることが考えられる．この方法は溝の掘削に工夫を要すること，連水壁より下流側の水位が低くなり植生の変化が生ずる可能性のあること，などが問題として考えられる．

(5) **遮水堤防（長大ダム・長大遮水壁）**　遮水壁で広域の効果が期待できないとき，その設置が予想される位置のやや下流側に堤防を築造することにより，その地盤の圧密作用も含めて，長大ダムとしての効果が期待できる．提防は遠望の可能な観察コースとなるとともに，必要に応じて一般道路としての利用もできよう．道路を横断する暗渠を設置し，それに堰上げ用ゲートなどを併設することによって，地下水位の調節も可能にすることができる．

これらは複数の手法を併用することによりその効果が期待される．

湿原の環境保全は，ひとえに水文環境の保全といえる．水文環境の変化は植生など湿原全体の環境変化を引き起こすことから，水文環境のモニタリングは，とくに継続的に実施することが重要である．

参　考　文　献

○ 排水に伴う泥炭の強さの変化（梅田安治，瀧澤一喜）　農土論集，72，30～34，1977

○ 泥炭の分類について（梅田安治，瀧澤一喜，宮元　均）　農土誌，45(9)，620～624，1977

○ 泥炭水田のホ場整備（梅田安治，長沢徹明）　農土誌，45(12)，845～848，1977

○ The Influence of Evapotranspiration on the Groundwater Table in Peatland
（Y. UMEDA and T. INOUE）　北大農紀要，62(2)，167～181，1985

○ サロベツ泥炭地湿地溝の形態―泥炭地の形態的研究（Ⅰ）―
（梅田安治，清水雅男）　北大農邦文紀要，14(3)，281～293，1985

○ サロベツ泥炭地の形成過程―泥炭地の形態的研究（Ⅱ）―
（梅田安治，清水雅男，出村昌史）　北大農邦文紀要，15(1)，28～35，1986

○ サロベツ泥炭地の地下水位とササ―泥炭地の形態的研究（Ⅲ）―
（梅田安治，辻井達一，井上　京，清水雅男，紺野康夫）　北大農邦文紀要，16(1)，70～81，1988

○ 泥炭の土質特性の指標としての構成植物（梅田安治，神谷光彦）　農土論集，121，39～46，1986

○ 泥炭和泥炭地的形成遇程及其特性（梅田安治，辻井達一，高橋英紀）　地理科学，6(2)，133～140，1986

○ 泥炭の長期圧密挙動（梅田安治，井田充則）　北大農邦文紀要，16(1)，62～69，1988

○ 泥炭地の地盤変動と地下水位変動―泥炭地の地盤沈下に関する研究（Ⅰ）―
（梅田安治，矢挽尚貴，井上　京）　農土論集，160，27～33，1992

○ 北海道における泥炭地湿原の保全対策（梅田安治，井上　京）　農土誌，63(3)，249～254，1995

○ 泥炭の構成植物の識別の手引（梅田安治，辻井達一，清水雅男）　北海道泥炭地研究会，1981

農業土木学会農地保全研究部会規約

（名称）

第１条　この部会は，農業土木学会農地保全研究部会と称する。

（目的）

第２条　この部会は，農地保全に関する基礎的研究と応用について総合的な研究，調査を支援するとともに，その進歩発展を期するものである。

（事業）

第３条　この部会は，その目的達成のために次の事業を行う。

(1) 共同研究の奨励および調整
(2) 研究集会および現地見学会の開催
(3) 研究資料「農地保全の研究」部会誌の発行
(4) その他必要な事項

（役員）

第４条　この部会に次の役員を置く。

(1) 部会長　　１名
(2) 会計監査　　１名
(3) 幹事　　原則として農地保全の調査研究に関わる試験研究・行政機関を代表する者

２　部会長は部会を代表する。

３　会計監査は部会予算の執行を監督し，検査する。

４　幹事は部会長を補佐し，部会の運営に当る。

５　部会長および会計監査の選出は幹事の互選とする。

６　部会長の任期は２年とし，再任を妨げない。

７　部会長は，研究集会および現地見学会の開催にあたり，役員に加えて集会幹事を委嘱することができる。

（幹事会）

第５条　この部会に幹事会を設け，規約，会務の審議および運営にあたる。

２　幹事会は，部会長および会計監査と幹事によって構成され，部会長が必要に応じて召集する。

３　幹事は部会の目的に沿って，部会運営上必要な企画，事業および広報などを担当する。

（会計）

第６条　この部会の経費は，農業土木学会の研究部会交付金および寄付金などによる。

２　会計年度は，毎年４月１日から翌年３月３１日までとする。

（事務局）

第７条　この部会の事務局は，部会長の所属機関に置き，庶務および会計を担当する。

２　部会長は，事務局の職務を行うにあたり，事務局幹事を委嘱することができる。

附　則

この規約は昭和54年7月12日より発効する。

この規約は平成11年 4月 1日から実施する。

農地保全研究部会研究集会のあゆみ

開催日	テーマ	開催地（後援県）
第1回（昭和55年6月13日）	農地保全と水食	草津市（滋賀県）
第2回（昭和56年6月12日）	農地保全の諸問題	草津市（滋賀県）
第3回（昭和57年7月22日）	農地保全，その対策と研究	山口市（山口県）
第4回（昭和58年7月21日）	農業生産環境保全の課題とその対策	鳥取市（鳥取県）
第5回（昭和59年7月19日）	風土と農地保全	鹿児島市（鹿児島県）
第6回（昭和60年7月18日）	災害と農地保全	松江市（島根県）
第7回（昭和61年7月17日）	土地生産力と農地保全	金沢市（石川県）
第8回（昭和62年7月16日）	農地造成における設計施工と保全	郡山市（福島県）
第9回（昭和63年7月25日）	特殊土壌地帯における地力保全	山形市（山形県）
第10回（平成元年10月24日）	国土・農村空間の総合整備と農地保全	那覇市（沖縄県）
第11回（平成2年7月18日）	緑の大地に豊かな環境・ 農地保全の新たなる展開	帯広市（北海道）
第12回（平成3年9月3日）	未来につなぐ豊かな大地	函館市（北海道）
第13回（平成4年9月9日）	豊かな環境の創造 －急傾斜・火山灰地帯を新たに拓く－	宮崎市（宮崎県）
第14回（平成5年9月8日）	自然環境の保全と活用 －火山灰土壌と地下水－	熊本市（熊本県）
第15回（平成6年9月7日）	農業農村環境と水圏環境	中村市（高知県）
第16回（平成7年9月7日）	農地の保全と地すべり	池田町（徳島県）
第17回（平成8年11月14日）	農地および農道法面の保全	柳井市（山口県）
第18回（平成9年11月20日）	急傾斜地帯における農地の保全	尾道市（広島県）
第19回（平成10年10月29日）	源流地帯における農地の保全課題	岐阜市（岐阜県）
第20回（平成11年8月26日）	棚田地帯の保全と整備	長野市（長野県）
第21回（平成12年8月31日）	豊かで美しい地域環境を創る －農地保全の新たなる展開－	青森市（青森県）
第22回（平成12年9月6日）	湿地の活用・保全	秋田市（秋田県）

刊行物案内

部会誌「農地保全の研究」

	発行年月日	在庫状況	頒　価
第1号	1980. 6.13	なし	¥1,500
第2号	1981. 6.12	なし	¥1,500
第3号	1982. 7.22	19	¥1,500
第4号	1983. 7.21	64	¥1,500
第5号	1984. 7.19	39	¥1,500
第6号	1985. 7.18	48	¥1,500
第7号	1986. 7.17	34	¥1,500
第8号	1987. 7.16	63	¥1,500
第9号	1988. 7.25	56	¥1,500
第10号	1989.10.24	54	¥1,500
第11号	1990. 7.18	4	¥1,500
第12号	1991. 9. 3	15	¥1,500
第13号	1992. 9. 9	9	¥1,500
第14号	1993. 9. 8	35	¥1,500
第15号	1994. 9. 7	25	¥1,500
第16号	1995. 9. 7	24	¥2,000
第17号	1996.11.14	33	¥2,000
第18号	1997.11.20	46	¥2,000
第19号	1998.10.29	56	¥2,000
第20号	1999. 8.26	20	¥2,000
第21号	2000. 8.31	18	¥2,000

○ バックナンバーのご希望は，下記事務局までお問い合わせください

第22回農地保全研究集会資料

農地保全の研究　第22号

2001年9月6日

編集・発行者　農業土木学会農地保全研究部会

事務局　〒034-8628　青森県十和田市東二十三番町35-1
北里大学獣医畜産学部緑地環境保全学研究室
TEL 0176-23-4371（内線478）
FAX 0176-24-3435