関西自然保護機構会報（14）23—31，1987.

湿　原　の　保　護[1)]

浪　貝　茂　和[2)]

はじめに

湿原の生態系の破壊に対抗して自然保護の目的を達するためには，自然保護の運動を高めていくことが大切であろう。だが，それと同時に，湿原の生態系についての知識を広めていくことも重要である。

湿原の生態系の特性を知っていても，それに関係なく開発による破壊が行われるという場合もあるであろう。こういうケースには，それに応じた対応が必要となろう。しかし，湿原の生態系についての知識がないために，意図せずに破壊してしまうという場合も考えられる。そういう場合には，生態学的な知識が役に立つ。中でも大切なのは，湿原の生態係は我々が日常見慣れている生態系とは違った特性を持っているということである。この特性のため，他の生態系と比べて人間による影響が強く出る特徴がある。湿原のこの性質を知っておかなければ，保護対策を進める場合でも目的とは違った結果になってしまう可能性が大きい。そこで，湿原生態系の特性を分析するとともに，人為の影響とその対策についても言及したい。

湿原の成立条件

湿原の成立には，気象条件，地質条件が大きく影響する。温帯，亜寒帯の湿原は，大きく分けると，ミズゴケを主体とした貧栄養のbogタイプと，アシを主体とした富栄養のmarshタイプの湿原とに分かれる。ここで主として取上げている尾瀬原とか千沼原（八幡平），沼原（大雪山）などのようなbogタイプの湿原の場合は，気象条件として降水量が多く低温であることが重要である。このような湿原では，植物遺体の沈積によって生態系から常に栄養分が失われていくために貧栄養状態が持続しているが，気温の高い地域では，沈積物の分解によって栄養分が生態系に戻ってくるために貧栄養状態は持続せず，bogタイプの湿原は成立しない。

日本でのbogタイプの湿原の分布は，北海道では，釧路湿原やサロベツ湿原のように平野部でもこれに近い部分を持つ湿原が存在するが，本州の南部では分布高度が高くなり，九州では山地にのみ存在する。ただし，もう一つの条件である地質条件の好適な場合には，深泥池のように低い高度でもbogタイプの湿原が成立することがある。

湿原の成立する地形条件は，湖が形成されるような凹地でそれが埋積された場所や，平地，緩傾斜地である。しかし，bogタイプの湿原は，日本列島のような地域では火山活動と結びついたものが多く，また火山と関係したものは規模が大きい。規模の小さいものには，断層運動によって川が堰止められて池ができその跡が湿原になったものや，河川争奪の結果取り残された部分が湿原になるものなどがある。平野部にあるmarshタイプの湿原には，自然堤防の背後にできるback marshや，海岸の砂丘によって閉塞された海跡湖の跡，下流域のデルタ地帯にできる湿原などがある。世界的に見ると，平野部で氷河が原因となってできた地形による排水不良地帯に成立していることが多い。

湿原の成立する地質条件としては，貧栄養状態で成立するbogタイプの湿原では，栄養分の少ない地質がよい条件となる。また，湖や湿原となるためには，地層の遮水性が高いことが条件となる。湿原の栄養状態は，遷移と関連して重要である。地形的条件の好適な盆地や平地のうち，湿原の発達するのは堆積作用の働きが弱い地域であり，土砂がたびたび流入する地域は湿原とはならない。

湿原の栄養状態

湿原の性質は，植生が自然植生であることを前提とすれば，集水域の面積や比高などの地形条件と地質条件によって異なってくる。集水域は湿原に供給される栄養分の涵養域であり，湿原は消費域である。このため，湿原と集水域の面積の比は，湿原の性質を示すパラメーターの一つとして役に立つ。湿原面積／集水域面積比の小さな湿原は，遷移の進行が早く栄養レベルが高い。その比の大きな湿原は，遷移が遅く栄養レベルが低い。

なお，ここで問題とする集水域は，有効な集水域を意味し，地形学的な集水域とは異なることがある。例えば

---

1)関西自然保護機構業績第47号

2)宝塚市安倉中4−4−9

尾瀬原の集水域は，燧岳，アヤメ平，至仏山，景鶴山を連ねた稜線の内側であるが，尾瀬原の湿原にとって問題となるのはもっと規模の小さい地形である。尾瀬原を流れる川は「拠流林」のある自然堤防を持っており，川が運ぶ栄養分がすべて湿原に入るわけではない。また，侵食が再び進んで，湿原を涵養せずに流れ過ぎるだけという部分もある。洪水時を除いて，それぞれの湿原の有効集水域は地形学上の集水域よりはずっと小さい。

湿原の栄養状態で問題となる栄養分としては，通常の富栄養化をおこすN，P以外にK，Na，Caなどが重要である。

湿原に流入する栄養分の量は，集水域の面積のみならず地質によっても影響される。地質条件のうち化学組成を取り上げると，一般的に言ってfelsicな（SiO_2 を多く含む）岩石の地域は，通常の植物にとって必要な栄養分が少ないので湿原が持続しやすい。なお至仏山のような蛇紋岩地帯も，felsicではなくultramafic（MgO_2を多く含む）であるが，Mg，Fe以外の栄養分は少ない。地質条件としては，化学組成だけでなく，どのような鉱物として存在しているかによっても影響される。さらに火成岩の場合には，どのような結晶構造を持っているか，堆積岩の場合は粒子の大きさ，変性岩の場合は再結晶作用の進み方も問題となる。いずれの場合も，粒子が細かく安定性の少ない鉱物を多く含む地質の地域が，栄養分が多く流下する。亜寒帯などのように気象条件が湿原の成立にとって都合が良い地域では地質条件の影響はそれほど強くないが，湿原の条件の限界に近い地域では影響が大きい。

集水域の植生も，湿原に流入する栄養分の量に大きな影響を与える。極相林，あるいはそれに近い森林から流れる川水は，豊富な栄養分を溶解した形で含んでいる。一方，土砂の流下は非常に少ない。また，水量の変動は森林によって押えられている。これに対して植生の貧弱な荒地では，水には栄養分は少ないが，土砂の流下は大量である。水量の変動も激しく，降雨後には集中的に増水するが普段は水量は貧弱である。

湿原に流入する栄養分から流出分を差引いたものが，湿原の生態系に加わる量である。湿原の水体では，水中の溶存栄養分と沈積物から供給される植物が利用できる形の栄養分がバイオマスに取り込まれ，やがてバイオマスの分解によって溶存栄養分と沈積物に戻るというサイクルが存在しているが，湿原の生態系に特徴的なのは，ピート（泥炭）という形で沈積することによって生態系から失われる量が，大きな割合を占めることである。このため，湿原の生態系の栄養状態はほぼ一定で，低いレベルに留まっている。

溶解栄養分⇄バイオマス⇄沈積物

ピートの沈積には，低温とミズゴケのもたらす酸性による分解の抑制とが効いている。

湿原の水体は，面積に比べて深さが大変浅く（池沼を除くと数十cmという所がほとんどである）薄いフィルム状の水体となっているため，植物による吸収の効率が良く，栄養分は湿原の周辺部で吸収されてしまい内部では欠乏しがちである。また，ピートによる栄養分の吸着もある。

湿原の植物は，たとえば食虫植物などのように，このような環境に対して様々な適応を見せているが，反面，富栄養状態には全く耐えられない。湿原植物が耐えられる範囲を超えて過剰に栄養分が流入して富栄養化すると，湿原の植生は衰退し，沈積は止まって逆に分解が起こり，生態系が急激に変化して湿原は消失する。

湿原の微地形

湿原の生態系にとって重要な意味を持つものに，主として植生の作用によって形成される微地形がある。生態的要因の微地形には色々な種類があるが，特に貧栄養の湿原で顕著に発達する（北ヨーロッパでは，このような微地形にそれぞれの言語でビュルテ，プルト，ケルミ，シュレンケなどの呼称がつけられている）。

尾瀬原で目立つのは，水流の方向に沿った縞状の蛇行する微地形である。湿原では，植物の生長に必要な栄養分が恒常的に不足しているので，流れによって運ばれる栄養分が重要となる。従って，流れのある場所の植物は他の場所と比べて遥かに生長がよく，そこに植物でできた自然堤防が形成される。この傾向が進むと，河床が高くなって流れは低い場所に移り，長い間には蛇行した縞状の地形が拡がっていく。このタイプの微地形の形成が流れに原因していることは，尾瀬原を流れる川の蛇行がこの微地形の屈曲に連続しているのが追跡できることからも裏付けられる。この種の自然堤防は，湿原の内部では，普通の自然堤防と違って砂礫の堆積が形成要因となることはほとんどない。

水流の方向に直角に仕切られた千枚田や棚田のような横長の池の繰り返しは，湿原に特徴的な微地形であり，その成因は最も興味がある。この微地形は，水流の速さに対する植物の選択的な生長にその成因が求められる。湿原になるような場所は流れが緩いが，それでも細かな凹凸によって流速に僅かの違いができる。緩い斜面に凹

部があると，そこを流れる水流は上下方向に波を打った流れとなる。凹部の出口の部分の流れは上向きで流速が大きく，層流から乱流に変わっている。流速の大きい部分では植物の生長が良いので，植物は堰をするような形に生長し，水流は横方向にそれる傾向が生じる。こうして凸部が順に横方向に生長し，流れは横長の池となっていく。この結果，波状の凹凸はますます拡大され，千枚田のような池塘の繰り返しが発達していく。

千枚田状の池塘は，前の縞状蛇行が極端になり質的に変化したものとして理解することもできる。蛇行が激しくなってくると，蛇行の両端が切れ，中央付近からショートカットして次の蛇行に繋がろうとする傾向が生じる。こうなると，蛇行は切断されて短い池の繰り返しとなり，千枚田あるいは棚田状池塘となっていく。

この微地形は，妙高山の高谷池を始めとして日本各地の湿原に見られ，北アメリカや北ヨーロッパにも見られる。尾瀬原の微地形の大部分は，縞状蛇行と千枚田状塘およびこの２つのタイプの間の移行形によって占められている。

完全に水平な場所では，広い池沼とその中に点在する島状の微地形が見られる。この微地形も各地の湿原に見られるが，場所による違いが大きい。島状の微地形が発達して池沼一杯に近くなると，水流が妨げられるので，水流方行に島が並ぶ傾向が生じる。こうして島状微地形は千枚田状池塘や縞状蛇行へ連続的に移行する。

これらの微地形の成因について，構造土との関連はないかということが問題になる。しかし，構造土は砂礫や土の氷結融解にともなう運動によって作られるもので，湿原の微地形と構造土とは存在する地域が重なっておらず，微地形としての形状にも明瞭な違いがある。しかし，寒冷期には微地形が凍結によって影響を受ける可能性もあるので，凍結期と積雪期の状態を調査してみる必要はある。また，融雪期に雪解け水によってピートが運搬されて縞状に堆積し，微地形を形成するという説もあるが植生との相互作用を考えなければ千枚田状池塘のような形状ができる可能性は少ない。また，島状微地形についても，他の成因を考えなければならない。さらに，このような機械的埋積だけで植生の作用がなければ，微地形は他の季節に流されてしまうのではないかと思われる。

近年尾瀬原では，富栄養化によって千枚田状池塘の畦が太る現象が目立つが，このことも微地形の形成に対する生態的要因の重要さを裏付けている。

これら３つの微地形のどれが形成されるかは，傾斜と水流，流れによって運搬される栄養分の量，シルトや粘土の存在によって決まってくると考えられる。各地の微地形の間にはかなりの違いが見られるが，それは上に述べた要素以外に，微地形を形成する植生が違うからであり，気候帯によって微地形は少しずつ違った特徴を持っている。大まかに言うと，島状の微地形ではミズゴケ類，千枚田状池塘ではスゲ類などが大きな役割を果たしている。

これらの微地形が発達すると，開水面は少なくなっていくが，水流のある所には最後まで池塘が残る。また，河川の蛇行部に見られる三日月湖のような池塘が残ることもある。さらに進むと，抽水植物の浮島と沈積物によって上下から埋立てられた水体は，その間隙の地下水流と，地下水流の所々に開いた円形の池を残すだけになり，カナートのような水系となる。このような状態は，尾瀬原でも部分的に見られるが，雨竜沼湿原では全面的に拡がっている。

ここに述べた貧栄養の湿原以外にも，北方地域に見られるミズゴケにアシやスゲの混生した湿原には，谷地坊主や谷地眼のような違った微地形がある。

このような各種の微地形が湿原の生態系の中で持つ意味は，微地形の形成が周期的に繰り返されることによって，水中と陸上にまたがる複合生活史を持つ生物にとって好適な生活場所が広く存在することである。

湿原の遷移

湿原の遷移の進行は，集水域の浸食の進行によっても左右される。浸食の進行の早い地域では，盆地への堆積作用が盛んなため湿原は成立しにくく，できても寿命が短い。浸食は，降水や地形と共に，地質と植生にも結びついている。中でも，気象と地質によって影響される植生が浸食に及ぼす影響は大きく，湿潤地帯では地形の形成は植生を抜きにして考えることはできない。

このため，植生との関連で地質が違えば浸食の状態も異なってくる。岩石の種類の影響についていえば，すでに述べたように，化学組成だけでなく，どのような鉱物として存在しているか，さらに火成岩の場合はどのような結晶構造を持っているか，堆積岩の場合は粒子の大きさ，固結度によって影響される。その上に，もっと大きな構造である節理もまた影響する。

火成岩の場合，これらの条件のうち，どのような結晶構造をしているかによって特に強く影響される。例えば，湿原の多く見られる地質である花崗岩と流紋岩は，ほぼ同じ化学組成を持っているが，この２つの岩石の地域の

湿原の状態は異なっている。花崗岩はほとんど斑晶から成っていて，風化が進んだ花崗岩地帯では，大粒の砂が生成しやすく，植生は貧弱で浸食に弱い。これに対して結晶の小さい流紋岩では，風化すると早く土になりやすいので，植生は良く発達し浸食が起こりにくい。それぞれの地帯の地形的条件にもよるが，流紋岩やそれに近い硅酸分の多い安山岩の地域の湿原には規模の大きなものがあるが，花崗岩地帯の湿原は規模が小さい。

湿原を伴う分布の広い地質としては，他に古生層の多くを占めるチャートや粘板岩がある。これらの岩石も粒子が細かいので，花崗岩より植生の発達が良く，浸食に対してもかなり抵抗力がある。一方，人為的な影響などで植生に被害を受けた場合，花崗岩地帯では遷移の先駆植物が残存していることが多いため撹乱に適応できるのに対して，古生層地帯の植生は安定した環境に適応した植物から成っているので，回復力が弱く崩壊が進行することがある。

まだ岩石化していない堆積層でも，第三紀層や洪積層の台地や火山泥流の上には，湿原ができることがある。これらの湿原は，集水域が狭く比高が小さいために浸食が弱いから存在できているので，植生が破壊されると存続の危機におちいる。

湿原への堆積作用が強いと，湿原の遷移は本来の経路を辿らず，不連続的に変化して衰退する。砂礫の流入というような強い堆積作用でなくても，溶存物質やシルト，粘土などの形で運搬される栄養分の多い湿原では，遷移の進行が速い。

湿原には，尾瀬沼の大江湿原のように湖の一部に発達した段階から，尾瀬原のような全面的段階，さらに遷移が進行した雨竜沼湿原や霧ガ峯の八島原湿原のような飽和段階，衰退期にある日光の戦場原や京都北山の八丁平のような段階に至るまで，色々な段階のものがある。しかし湿原の遷移が，すべてこのような順序で進行するとは限らない。最初の段階が湖ではなく，平地や斜面に発達する湿原もあると考えられる。この場合でも最終的には，排水が良くなり森林が進出してくることは同じである。また，最初が湖である場合，尾瀬沼のような段階から湖の埋積に向かうことも確かである。この過程には，湿原での生物生産による沈積の進行以外に，排水口の浸食の進行や洪水時の土砂の流入というような要因も働いており，遷移を進める要因は単一ではない。

このような湿原の遷移は，多くの湿原を比較して推定されるもので，それに必要な時間のオーダーは１千年～１万年以上である。我々の目に実際に見えるのは，微視的な遷移である。個々の湿原の微地形は，その植生の変化によって消長する。特に，湿原の植物の中で大形なものの命運は，微地形の消長に影響を与えることがある。このような変化の起こる時間は10年～100年という程度のオーダーで，比較的短い。人為の影響で富栄養化が起こると，この微視的な遷移は加速され，我々が気付き易くなる。尾瀬では，近年，富栄養化により千枚田状池塘の畦の太る現象が目立ち，微地形の変化が急速である。

個々の微地形の遷移は，自然状態では栄養分の供給が限られているため，生長する微地形もあれば一方では消滅していく微地形もあるというように，湿原全体としては平衡しており，準静的（準定常的）な状態にあると考えられる。また，微地形の凸部，凹部には，安定化の方向に作用する性質もある。凸部の植生は，凸部が小さいときはミズゴケの生長が盛んで，それに支えられて他の植物群も発達するが，植生の発達が進み過ぎると，栄養分の供給が限られている上に頂上部はミズゴケの生育に適してなく，発達が衰える。凹部も浅い時には底質が流されてますます深くなるが，深く掘れ過ぎると逆に堆積が始まる。

この性質が湿原の保護の上で問題となるのは，踏付けによって植生が禿げてしまった箇所の場合である。一度凹みができると，なかなか回復しないで凹状態が継続するからである。

湿原の遷移の段階によって，開発や利用の要求も変わり，人為の影響の表われかたも違う。初期の段階では，湖の富栄養化の問題と共通する部分が多い。典型的な湿原では観光目的の利用の要求が強いが，衰退期の湿原では開発の圧力がかかり易く，道路が建設されることも多い。しかし，衰退期の湿原については保護への関心が薄い。

尾瀬の保護

尾瀬の湿原は，日本の湿原の中では一番よく研究されている。しかし面積が広いので，尾瀬の中の個々の湿原について見ると，それほど集約的に研究されたわけではない。保護についての研究も，堀正一によって行われた。この研究は，日本で最初の湿原の植生回復研究の試みとして評価されるべきである。このような研究は，植生回復が成功するまで続けていかなければならない。しかし，踏み付けの影響が湿原の表面から浅い部分までしか及んでいないとしている点は，確かにそうであろうが，湿原生態系に含まれる生きている部分は表面の浅い部分だけと言ってもよく，この部分が死滅したら湿原の生態系は

終わりである。

尾瀬から全国へ普及した木道についても，影響の研究が必要である。尾瀬では木道の位置が何度か変更されているが，その跡は長く残っている。湿原では，一度凹部ができるとそれが持続する傾向が生じるから，人為の跡はなかなか消えにくい。木道は池塘や花の咲く植物群落の傍を通るようになっているが，基質のしっかりした影響の少ない地域に限定すべきである。比較的丈夫な植生と基質を持つ自然堤防に沿って道を設けることが考えられる。個々の場所の地形によっても違いはあろうが，一般的にいって，流線方向に直角な木道は，流線方向に平行なものより湿原に与える影響が大きいと思われる。尾瀬原を縦断する木道は，将来使えなくなる可能性がある。

尾瀬の自然保護について見ると，保護区と言うよりは全く人手の加わらない状態で保存していく“保存区”のほうが必要でないかと思われる。現在のところ，尾瀬原で登山道がつかないで残っているのは外田代だけである。この湿原だけは，自然保存区として残しておく必要がある。そのためには，外田代の外周を形作っている八海山，景鶴山から大白沢山，岳倉山の稜線に道をつけないことが大切である。今のところ，大白沢山から北へ平岳への稜線には道がついていないが，平岳への道をそこまで延長する必要はないのではないか。平岳への道も，つける必要があったのかと思われる。尾瀬には他に幾らでも見る所があるわけだし，この稜線には特に見るべきものもない。

平頂湿原の保護

次に保護についての認識が緊急なのは，山頂にある湿原である。このタイプに属する日本の湿原の中には，火山活動によってできた特定の地形と結びついたものがあり，世界的に見ると一般的な存在ではない。山頂に湿原が成立するような平地ができる成因は，日本列島内に限定しなければ，火山性の地形としては溶岩台地が多いであろう。非火山性のものでは，隆起準平原が考えられる。しかし，溶岩台地は日本では本格的なものはなく，小規模な溶岩流の緩傾斜面が多い。そこに発達する湿原はかなりあるが，その他に日本のような地域に特徴的な火山地形に成立しているものがある。その成因は，火山活動の末期に見られる爆発的な活動によって，山体が崩壊してカルデラとなり，山体の裾に当たる緩傾斜の部分が平坦面として残ることである。カルデラの外側斜面にできた放射谷のうちカルデラ壁に最初に食い込んだ１本の谷が，カルデラを集水域に加えて生長し広い谷を形作る。これに対して，この谷と反対側のカルデラ斜面には，浸食から取り残され緩傾斜面が残る。これが湿原が形成される面である。このような緩傾斜面や，山頂に近い溶岩流の緩傾斜面にできる湿原を含めて，平頂湿原と呼んでおく。この平頂湿原の成立条件は，普通の湿原より厳しく，低温と降水量（降雪量）が非常に多いことが必要である。このような平頂湿原の多くは，上越国境と東北，北海道にある。

平頂湿原の特徴は，集水域が湿原自体に限られているという点にある。物質の流入は降水に含まれているものだけで，流出は多い。当然，栄養的には貧栄養であり，人為的撹乱に弱い。この平頂湿原の最大のものは，苗場山にある。上越国境には，他に鬼怒沼山，田代山，アヤメ平などがある。このような湿原は一般的なものではなく，珍しいものだという認識が欠けているように思われる。鬼怒沼山，田代山では山小屋が湿原の内部に置かれているが，山小屋は富栄養化の原因となるので湿原外に移転する必要がある。

深泥池の保護

深泥池は，平野にあることが特徴である。もちろん，現在日本にある湿原は条件に恵まれたものが人為の影響に耐えて残っているのであって，かつては平野部にも今より多数のbogタイプの湿原が存在していたことは明らかである。深泥池周辺にも，過去には同じような湿原が拡がっていた。そのかなりの部分が消滅したのは明治以降のことであり，一部は第二次大戦後になってから消滅した。

深泥池の場合，自然条件に恵まれていたことは確かである。まず，京都北山との境にあって雨量がかなり多いという条件があり，さらに地質的，地形的条件も良い。深泥池の地質は古生層のチャートであるが，化学成分の上では，チャートは最もfelsicな火成岩より硅酸分が多いのが普通で，通常の植物に必要な栄養分に乏しい。

現在の深泥池では，湿原が岸辺にはなくなり，すべて浮島状のマットの上にある。このため，微地形はほとんど完全な水平面上にあり，優占しているのは島状の微地形である。第二次大戦直後にアメリカ軍が撮影した深泥池の航空写真には，多数の縞状の斑紋が見られる。この航空写真は保存状態が悪いので，この斑紋が実際の微地形かどうかは疑問があるが〔注〕，もし実際の微地形だとすると，過去には深泥池にも縞状微地形が存在したことになる。現在深泥池では，富栄養化とミズゴケの採取によってbogタイプの湿原は衰退しつつあり，島状の微

地形の数は大幅に減少している。

深泥池の保護で問題となるのは，都市化の影響である。排水の流入による富栄養化の他に，大気汚染やヒートアイランドによる気象の変化も問題である。深泥池は水生植物群落として天然記念物に指定されているが，文化財保護法の適用に問題があり，公私の双方によって一方的に土地が開発されていくのが現状である。その上に，ここでは水道水の流入があった。これは，水道の配水池が周囲の丘陵上にあり，その余剰水と沈澱物が流入するという深泥池だけの特殊な事情による。この配水池は，深泥池の天然記念物調査期間中に拡張されて，深泥池の生態系に打撃を与えた。

湿原に水を導くということは他所でもあり得ると思うので注意を促したいが，栄養分を多く含んだ水を導入すると湿原の生態系は大きな影響を受ける。川の上流域の水質の良い水でも流入の勢いが強いと土壌を浸食して流し込むし，あまり水量が多いと影響を与える。

なお深泥池の水道水導入について一部に自然保護を理由にする向きもあるが，これは生態学的にも地質学的にも誤りである。この余剰水はClを含んでいる上に，元は琵琶湖の南湖から取水した疏水の水で，N，P，Caに富んでいる。浄水処理によって栄養分のかなりの部分は取除かれるが，Nについて言えば，NH_4−NやNO_2−Nは減少するがNO_3−Nは増加する。

深泥池の保護のためには，開発によって縮小された集水域を回復し，その土壌を保全し植生を回復しなければならない。だが，深泥池の生態系は集水域に限られていない。深泥池のような小さな集水域の場合，集水域だけでは森林を安定した状態で維持できないし，また生態系としてまとまりを持つこともできない。深泥池のある丘陵には，宝池など他に４つの池があり，昆虫にはこの間を移動する能力をもつものがある。水鳥の１日の行動圏はこれらの池を含んでおり，生態系としては，少なくともこの丘陵全体を一体のものとして考える必要がある。また，水生植物の種子は，さらに広く水鳥によって伝播されていると思われる。

深泥池は大都市に接しているから，池を訪れる人も多く，その対策も重要である。深泥池の生態系のうち，人間の影響に弱い部分，池と浮島は，立入りを禁止して保護しなければならない。その他の部分についても，保護のための禁止事項を並べても強制できないであろうから，訪れる人に自然に守らせる状況にしなければならない。自動車道路を池から離して大形のゴミを持ち込みにくくさせ，周囲の道路を遊歩道に限定し，必要な部分では道を山道程度に留めることである。そうすることによって，立入りの人数を自然に制限することができる。立入りはバイクにまで及んでいるので，土壌を保全して植生を回復しなければならない箇所では立入りを制止すべきであるが，どれも強制によって守らせるのは困難で，障害物を設けるのが効果的である。それも柵のようなものではなく，平面全体に網状に障害物を配置することが有効である。

衰退期湿原の保護

衰退期の湿原は，遷移が進行して陸化が進み排水が良くなっているので，人間による利用が容易である。このため，開発の圧力がかかり易く，道路の建設が行われることが多いし，開発によって湿原が消滅する場合もある。しかし，衰退期とはいえ，湿地性の樹木の豊富なのはこのような湿原であり，価値は劣らない。

衰退期湿原の代表的なものは日光の戦場原であり，その他に霧ガ峯の湿原の一部や京都北山の八丁平などがその例である。上高地も，田代池などの一部に衰退期湿原の要素を持っている。

衰退期湿原の保護について大切なのは，踏付けの対策である。典型的な湿原に比べて歩くのが容易なため，多くの人間が踏込み易いからである。従って，立入りの制限が重要な問題となる。また，排水がさらに良くなることのないよう注意が必要である。排水が良くなると湿原でなくなるからである。道路がある場合は，排気ガスなどの被害が出ないように交通量の増大を抑えなければならない。

下流湿原の保護

ここでは詳しくは触れないが，湿原には貧栄養の湿原以外にも富栄養の湿原や熱帯に見られる腐植栄養の湿原がある。富栄養の湿原は，現在日本ではほとんど見られないが，人為の影響が及ぶ以前は，大河川の下流域には，どこにも富栄養の湿原があったと考えられる。このようなmarshタイプの湿原は，今は一部にしか見られないが，信濃川，利根川や淀川などは，固有種の存在を許すほどの大きさの湿原生態系を持っていた。信濃川，利

注）戦前に周囲の丘陵の上から撮影した斜め写真には，写っていない。しかし，この戦前の写真は角度が浅いので，それだけでは何とも言えない。

根川のオオモノサシトンボ，オオセスジイトトンボ，利根川のタチスミレなどは，このような生態系に特徴的な種として現在でも僅かに生息している。このような下流域の生態系の保護は，経済的な面と正面から衝突することが多く困難が多いため，成果があがっていないが，ここに述べた種などは絶滅の危険があり，その保護を考えなければならない。河川の下流域の問題は，人間環境や風土の保全の面から取り上げられているが，自然保護の問題としても課題がある。

下流域湿原の保護についての具体的な問題点としては，葦原の管理がある。火入れやアシの刈取りは，湿原の生態系を強制的に単純な状態に押えている。これは，アシの生産にとっては都合が良いが，そこに住む昆虫などの動物にとっては都合が悪い。また，アシのような地下茎を持たない植物を取り除く効果を持っている。湿原の生態系を人為的な影響の下に置く火入れやアシの刈取りは，上に述べたような種の保護のためには規制されなければならない。

人為の影響と対策

湿原に対する人為の影響のうち，開発によってひき起される影響としてまず重要なのは，排水の流入などによる富栄養化である。富栄養化の初期の段階は，抽水植物の肥大，沈水植物の異常発生となって表われてくる。次の段階では，アシが進出し，下流域湿原のようなmarshタイプの湿原となる。さらに進むと，もっと富栄養な状態を好むガマのような植物が進出してくる。植物遺体の堆積が水面上に出るようになると，ヤナギ類のような樹木が進出する。富栄養化が進行すると，湿原の生態系は崩壊を始め，ミズゴケ群落が衰退する。これが湿原のｐＨを酸性から中性へと変化させ，沈積されたピートが分解してメタンが発生する。水中では溶存酸素がなくなって還元状態となり，栄養塩が溶出し，生態系の崩壊は一気に進行する。

富栄養化を防止するためには，排水に対する対策を立てなければならないが，何度も述べているように，湿原の生態系に変化をもたらす閾値は低いので，経済的に引き合う処理は困難である。N，P以外には，特に，K，Na，Caなどが重要である。対策としては，発生源をなくしていく他ない。

湿原や沼沢が汚染されると，蚊の媒介するウィルスや寄生虫によって伝染病が発生することがある。自然状態の貧栄養の湿原には，蚊が少ない。これは蚊を食べるトンボなどの水生昆虫が多数生息しているためであるが，湿原の汚染が進行してこれらの昆虫が住めなくなると，蚊が大発生してくる。湿原には，渡り鳥が南方や北方から多数飛来するので，これを運搬者として伝染病がもたらされる危険性もある。この点で，湿原の生態系を損ねないようにすることは，自然保護だけでなく環境問題としても重要である。

湿原に対する開発の影響としてよく起こるケースは，道路の建設や集水域の伐採に伴って，植生が失われ，土砂が流入し，それと共に湿原に流入する水の状態が変わることである。湿原は，土砂の流入が頻繁に起こる地域には成立しない。土砂が流入すると，基質が固まり森林が進出してくる。土砂の流入は，大規模なものでなくシルトや粘土の流入といった微弱なものであっても，生態系の変動をもたらす。

集水域の伐採が湿原に流入する水に及ぼす影響は，流入する水量の変動が大きく断続的になり，湿原の生態系にとって好適な状態でなくなることである。日本の本州以南に見られるような，比較的に夏の気温の上がる湿原では，特にこの時期の乾燥を招き，湿原の生態系の崩壊につながることが多い。また，水質については，流入する水の栄養分は少なくなる。地質によっては栄養塩の吸着が起こることもあり，この点では湿原の生態系にとって好都合であるが，栄養分に富む土壌が流入した場合は湿原の富栄養化をもたらす。これらは，造成用の土砂の場合でも同様に問題となる。集水域の地質と異なる土砂を用いて埋立てた場合，生態系に影響を与える。山火事の起こった場合も，植生が失われ土砂が流入する。また，灰による一時的な富栄養化も起こる。

伐採などで集水域の植生が破壊された場合，速やかに土壌の保全をはかり植生を回復しなければならない。その方法としては，残っている植生から種子を集めて蒔くのが適当である。道路の建設によって，車の排気ガスが問題となることもある。排気ガスの害については，湿原は日射が強く被害を増幅することを考慮に入れておかねばならない。

湿原に開発が及ばない場合でも，訪れる人間が多いと，人為的な影響が強まることは避けられない。このため，湿原の自然保護を行うためには，人間の側にも目を向けて「人間生態学」に基いた対策を立てていかなければならない。生態系に人間が入っていくとき，生態系が耐えられる人数には，それぞれの生態系によって限界がある。湿原は，多くの人間の侵入に耐えられる生態系ではない。撹乱に対する湿原の生態系の強さを調査することは，そこに入る人間の数の許容限度を知るために大切である。

すなわち，それぞれの湿原生態系の vulnerability study （脆弱性調査）を行なうことが，湿原の自然保護にとって必要である。Vulnerability は，湿原の栄養レベル，湿原の生態系に流入流出する栄養分の量などによって決まってくる。特に湿原面積／集水域面積比の大きい湿原は，脆弱性の高いものが多いので，保護に気を配ることが重要である。

湿原に多くの人が訪れると，その影響はまず生態系の物質収支の面で問題となる。特に山小屋は富栄養化の大きな原因となるので，ゴミや屎尿，排水の処理を完全に行わなければならない。

ゴミは，湿原内に埋めると富栄養化の原因となるので，搬出しなければならない。また尾瀬のように年間数十万人もの人間が訪れると，屎尿の影響は深刻なものがある。根本的には，湿原の集水域内に山小屋，キャンプ場を設けないことである。屎尿処理は，コンポストにして搬出するシステムを開発することも考えられるが，搬出にはゴミと同様ヘリコプターを使用するしかない。事故の際の山火事の危険性も考えられる。排水処理については，都市の場合よりも高度なものが要求される。水道水となるような水でも，湿原にとっては富栄養過ぎるからである。開発と変らないような規模の汚濁では処理は困難で，山小屋などの施設は極力小規模に抑え，総量を減らすように努めなければならない。空きカンは，国立公園内では販売方法を改めて，中味だけを売るようにしなければならない。

はミツガシワが肥大する現象が目立っている。これらの植物は病虫害の被害をこうむる危険性が増えている。

富栄養化に次いで生態系に大きな影響を与えるのは，人間による踏付けである。湿原は大形動物の立入りは少ない所なので，そこに生える植物は踏付けには適応していない。さらに基質が柔らかいために，何十万人もの足で踏まれると条件は全く変わってくる。湿原の弱い部分には，最初から道を付けないことである。踏付けられた場所に汚染が加わり，欠乏していた栄養分が付加されると，雑草の生育する環境となる。

踏付けを減少させるには，木道の改善が大切である。木道の建設に当たっては，撹乱に強い植生，基質の場所を通るように計画することが必要である。木道の上を歩くハイカーは木道からはずれることがあるということを，前提としなければならない。下が水浸しの場所では，ハイカーは木道からはずれることは少ない。問題は，一応歩ける程度の堅さの所である。このような場所に重要な群落がある場合は，避けるようにすべきである。木道の眺めの良い場所や池塘の横を通る場所は自然に休憩場所となっていくので，このような場所も基質が柔らかい場合は木道を通さないようにする必要がある。また，休憩場所を最初から計画しておくことも大切である。

湿原以外の生物や外来生物の浸入は，生態系の撹乱をひき起こすので注意を払わなければならない。これらの生物の持込みは規制すべきである。意識しないで持込んでしまうことも多いので，その対策が必要となる。湿原以外の植物や外来植物の浸入を防ぐには，まず荒れた環境を作らないことである。外来植物の浸入は，環境の荒廃と密接な関係を持っている。また，これらの植物は，ハイカーや釣人の行動に附随して浸入することが多いので，対策を取ることが必要である。登山口で衣服に付いた種子を払うようにしたり，靴底を洗う施設を作ることも有効であろう。また，釣りの用具に水草が付着して持込まれないよう，洗浄することも大切である。湿原では動物や昆虫が荷物に紛れて浸入することは少ないが，山小屋の付近などでは問題が起こりうる。

生物の採取については，愛好家に珍重される種類もあるので，自然保護地域では取締っていかなければならない。また，有用植物として採取され易いものもあり，注意が必要である。特に湿原の生態系について重要なのは，ミズゴケ採取の規制である。ミズゴケは湿原の植生の基礎となっているので，その採取は生態系に大きな影響を与える。ミズゴケの人工栽培は容易であるから，規制によって人工栽培への移行を促すようにしなければならない。

終わりに

湿原の保護を考えるとき大切なのは，現在の利益のために多数のハイカーを入れて，将来の多くの人間に見せる機会を奪ってはならないということである。ただし，湿原の生物は，人間が見るだけのために存在しているのではない。我々は，湿原を訪れるとき，湿原の生物の生活を脅かすことのないよう留意しなければならない。研究者はまず保護を第一に考え，自分の立場のために自然を利用することがあってはならない。

湿原の保護への関心は，現在高まり始めている。保護への関心が生態学的な知識の裏付けを得て，適切な保護対策の実施へと結び付くようになってほしいと願っている。

文　　献

Dansreau, P. (1951) Description and recording of vegetation upon a structural basis. Ecology, 32:172–229.

Dansreau, P. and Segadas–Vianna, F. (1952) Ecological study of the peat bogs of eastern North America. Can.J.Bot.,30:490–520

堀　正一 (1973) 尾瀬の湿原をさぐる—そのおいたちと植物．213pp. 築地書館.

浪貝茂和 (1981) 深泥池の保護．深泥池学術調査報告書，pp. 291–298, 京都市.

阪口　豊 (1982) 尾瀬原盆地の成因と湿原の発達．生物科学34:36–43.

阪本　充 (1982) 尾瀬原における池塘水質の生態学的研究．生物科学34:22–31.

Tallis, J. H. (1973) The terrestrialization of lake basins in north Cheshire, with special reference to the development of a "Schwingmoor" structure. J. Ecol. , 61:537–567.