

泥炭土

梅田安治＝北海道大学農学部助教授

①はじめに

泥炭とは、植物の残遺体を多く含有する土のようなものでもいうべきであろうか、特殊土と呼ばれるものにふさわしいものである。植物を主構成成分とするので、地域性が極めて強い。その定義・分類也多岐にわたっているが、一般的には、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、肉眼で容易に識別できるような植物繊維を含むものをいう。有機物の含有量に関しては多くの規定が試みられているが、わが国では、北海道農業試験場がドイツに範をとって定めた有機物50%以上を泥炭と呼ぶ方式が広く用いられている。この方式では、有機物含有量50～20%を亜泥炭と呼ぶことになっているが、近年はこの用語はあまり用いられていない。なお土質工学関係では、有機物含有量20%以上をPEATとすることもある。排水後も泥炭が地表面に20cm以上あるところを泥炭地と呼ぶが、この泥炭地は一般に、高位泥炭地（Hochmoor）、中間泥炭地（Übergar-gsmoor）、低位泥炭地（Niedermoor）に細分される。これは生成過程による分類で、それぞれを構成する泥炭は、高位泥炭、中間泥炭、低位泥炭と呼ばれる。

②泥炭地の生成と分布

北海道では、山地の平坦部を除けば、泥炭地の

大部分は沖積平野に集中している。その代表的なものが、サロベツ泥炭地、石狩泥炭地、釧路泥炭地である（図1 A～C）。いま、泥炭地の生成過程（生成機構）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、ヤナギなどの小灌木も混交するようになる。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、ヌマガヤに変る。またヤマドリゼンマイ、ヤチヤナギなども交じるがこの時期に生成したものが中間泥炭地である。このとき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きたし、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じえることになる。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、低位泥炭と分類するのが一般的で、資料の蓄積も多い。また、わが国は気象変化の著しいこと、河川氾濫の多いこと、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。

図2は、泥炭地の生成過程について、水分供給が停滞状態か流動状態か、泥炭が水中で堆積していく陸化型か、あるいは地下水位上または地表面上で堆積する湿地化型か、という観点からとらえた模式図である。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。このさい、見かけ上は停滞状態であってもそれは地表流水であり、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、水の流動も通減し、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、こうして、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

図1・A―サロベツ泥炭地

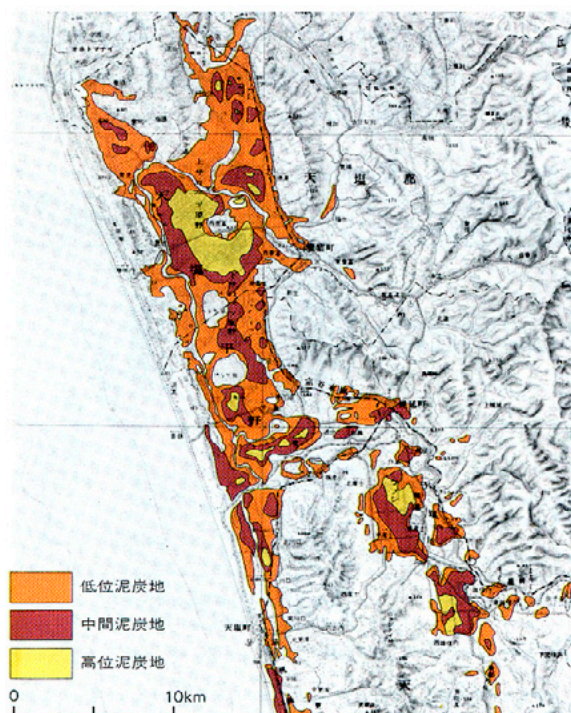


図1・B―石狩泥炭地

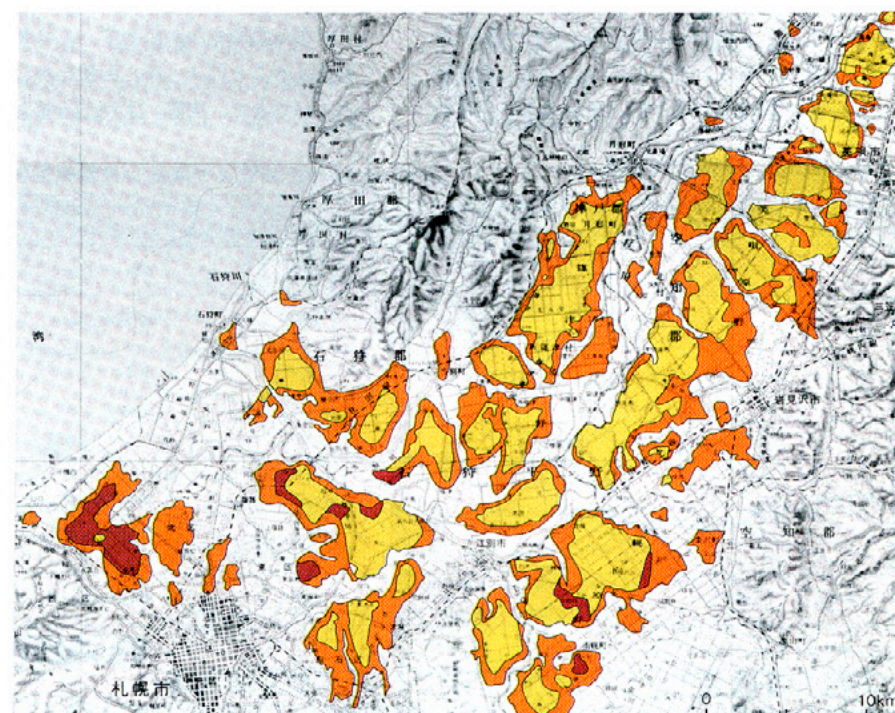


図2-泥炭地の形成過程

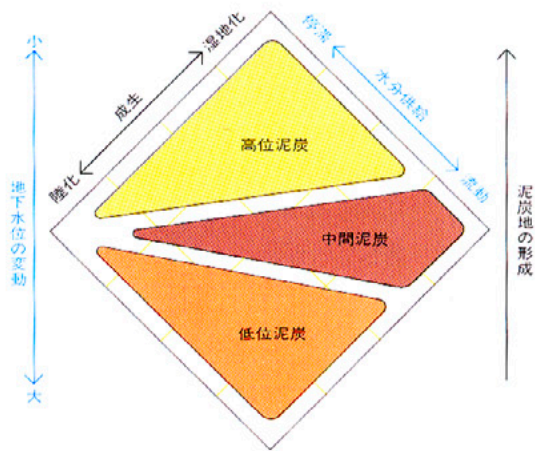


図3-泥炭構成植物の生育ゾーン

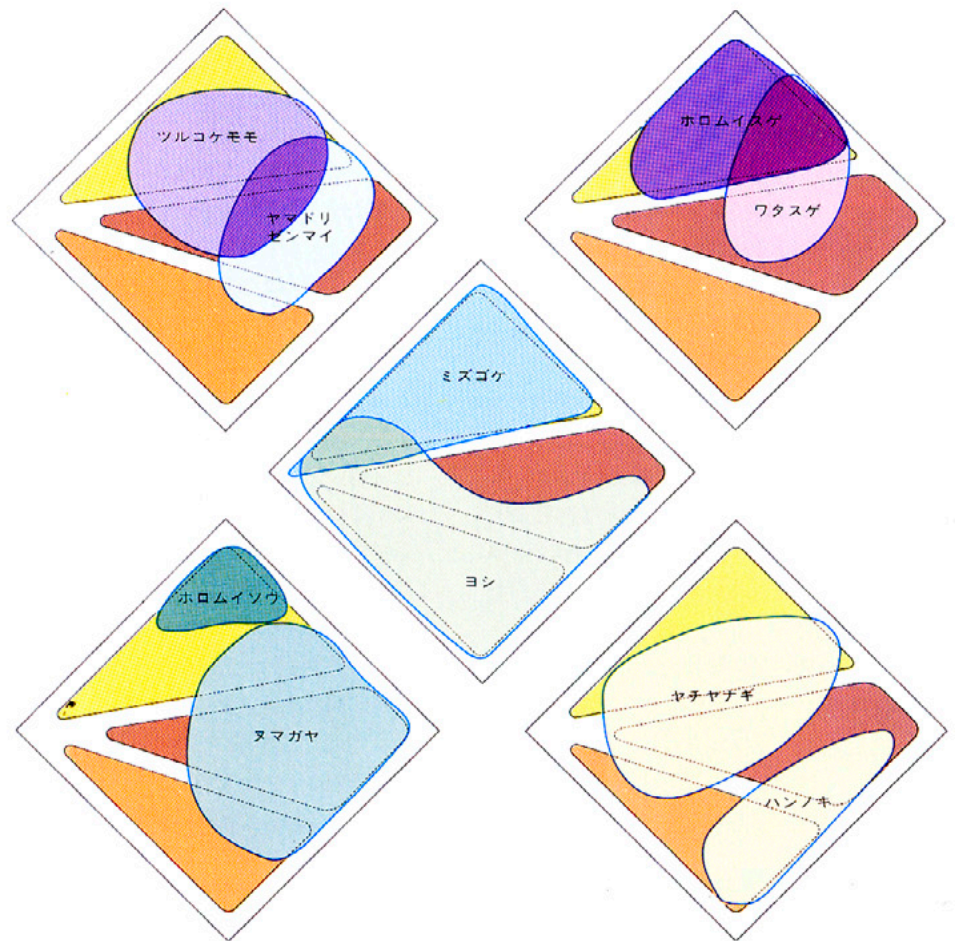


図4-泥炭の主な構成植物

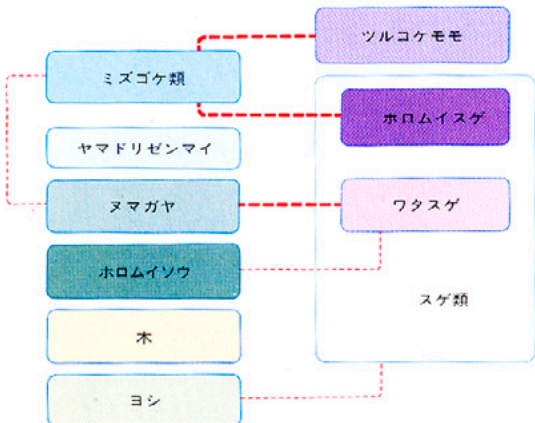


図1・C-釧路泥炭地

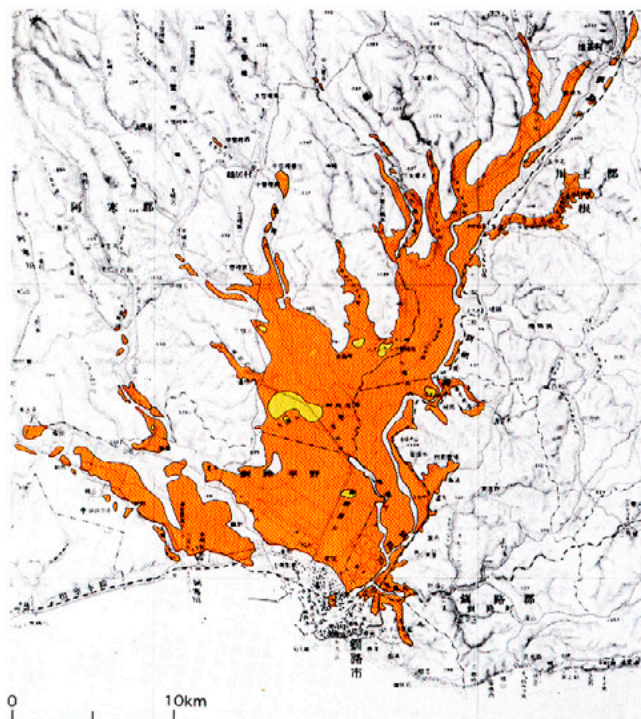
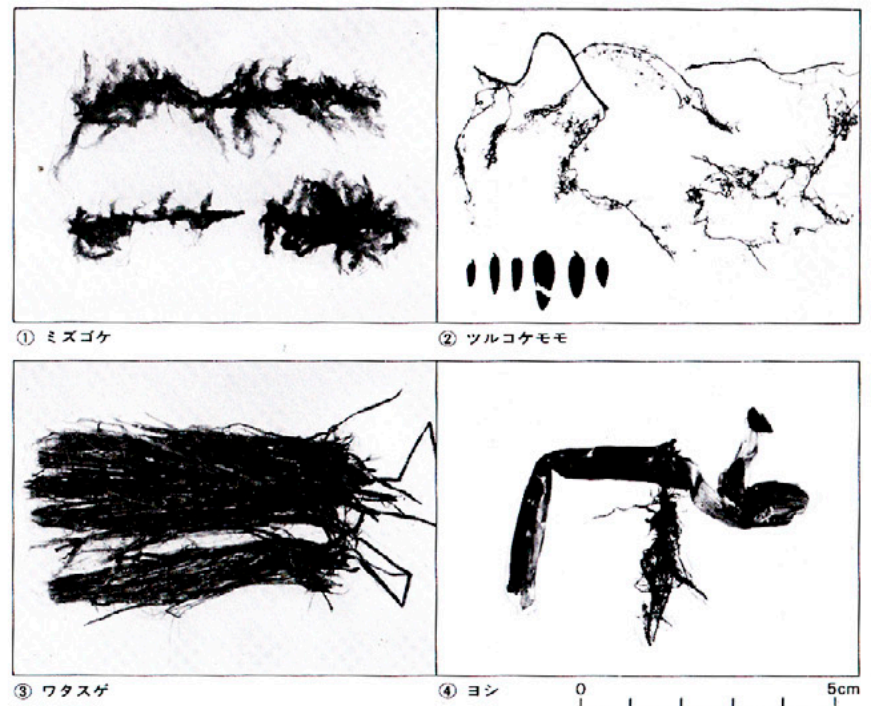


写真-汚炭の構成植物



を示すことになろう。経過履歴は、泥炭層の構成植物や周辺地形などから知ることができる。図3は、泥炭構成植物の生育ゾーンを図2の泥炭生成分類図上にあらわしたものである。

③泥炭の構成植物

泥炭地には多くの植物が生育するが、構成植物として残り、その中でも泥炭の各種特性に関係するものとなると数種類に限られるとみてよい。それらの関係をみたのが図4である。これらの構成植物の代表的な識別特徴を挙げると次のようになる（以下前ページ写真参照）。

①ミズコケ類

全体が泥炭となる。もともと軟弱な植物体であるから、分解によって形状が損われてゆくのも比較的速い。分解が進まないものは黄褐色で圧縮されているが、これは生育中に近い形で識別される。分解が進むにつれて色調は暗褐色となり、茎と枝葉は分離してしまう。さらに分解が進むと、茎は芯が細い切れやすい繊維となり、全体的に暗褐色の味噌状になっていく。

②ツルコケモモ

長く横にはった針金状の茎と、小さな葉、ヒゲ根からなっており、茎が主に泥炭の中に残る。茎は径1～1.5mm程度、太さの均一な直線状の黒い針金のように見え、これがからみあっている。上下方向にも連なり、三次元の網目状に泥炭中に入っている。ときどき未分解の葉がみられることもある。分解がすすむと茎は次第に柔軟性を失い、もろく、折れやすくなる。

③ワタスゲ

植物体の地上部は分解消失し、葉鞘と根が泥炭となって残る。葉鞘部は非常に多数が密に束となってしっかりした株をつくっている。分解がすすむと、鞘の束は繊維状になり、平行する多量の赤褐色の繊維の束となる。根は径1～2mmで、分解が進むと褐色の表皮のみが残り、扁平につぶされ屈曲して折りたたまれたようにみえる。

④ヨシ（アシ）

長く続く地下茎が残存する。ヨシの根は、条件によっては地下2mにも達するといわれており、ヨシの地下茎の周囲の泥炭化した植物遺体は必ずしも同時代に生育したものとは限らない。地下茎は、生育中は太い肉厚の黄白色の管状である。泥炭化すると次第に茶褐色～褐色となる。分解が進むにつれて内容物が消失し、光沢のある黒褐色の薄い表皮のみが残る。

④泥炭の水分特性

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。

鉱質土壌での保水機構は、一般に、ボール状の土粒子または土粒子の集合体の周囲に水が付いているモデルを想定するが、泥炭の場合には、カップ状のもの（泥炭構成植物）が乱積になっていて、その中に水が入り、間隙はカップの内側と外側にあることになる。そのため間隙がきわめて大きく、保持水分量が多いのは当然である。カップ内間隙の水は、外間隙の水と直接的には連続しないで低pF値のものである。しかし、その構造上、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（図5）。

泥炭は間隙が多い割には透水性が比較的小さい。これは、内・外間隙のうち外間隙しか透水に参与していないからである。

いま、泥炭試料を乾燥・湿潤の過程を繰返して、水分量、空気量の変化をみると図6のようになる。すなわち、豪雨（実験的には水浸し）と晴天（温度20℃、相対湿度50%の恒温恒湿槽）の条件を繰返すと、空気量が徐々に増加していく。これはカップの中に封入状態であった水分が蒸発し、空気に置き換えていき、その後の浸水では再び入り難くなるという現象を繰返しているであろう。この封入空気量は一定値に漸近している。

このことは、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ため、そのために泥炭地の排水には相当の時間を要することになる。

⑤泥炭の分解度と透水係数

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であろう。いま、北海道内90試料のうち、ミ

ズゴケを主構成植物とする泥炭の分解度と間隙比の関係をみると図7のようになる。

なお、分解度の測定法としては、比色法、水洗法（フルイ分け法）、von Post法などがある。比色法は、精度が高いとされているが標準液作成の構成植物によって、若干の差異がみとめられる。水洗法は、量的に表示でき操作も簡単であるが、混入土砂の影響をうけやすい。von Post法は現場における総合的判別法として用いられている。というようなそれぞれの特徴があるが、相互の相関は高くない。いま、分解度（フルイ分け）と透水係数の関係を見ると図8のようになる。

⑥泥炭の排水履歴と理工学性

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、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）一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50mm立方にして、0.04kg/cm²の载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（図9）。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～q曲線にしてみると、排水乾燥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（図10）。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。

⑦泥炭・泥炭地と農業土木技術

泥炭地は一般的には平坦であり、河川の中下流域にあるため水利の便が得やすく、農地として利用されることが多かった。農地として造成するためには、まず排水であるが、泥炭の水分保持機構が内・外間隙の2重構造になっているため、排水効果発現には時間を要することになる。そのため、各種工種に先行して排水関係の施工をすることが必要であり、ときには事前排水、

仮排水などがきわめて有効である。また、きわめて軟弱な地盤であるため各種施工機械などの立入りのための地盤強化手段としても排水が有効である。その排水の施工に当って、地盤の軟弱なこと、地下水位の高いことなどから、切土水路では、法面のはらみ出し、底面の浮上りなどを生ずることがある。その対策として、排水による強度の増加をはかって、掘削断面を漸拡していくような工法をとることが有効なことがしばしばある。これは農地についても同様である。泥炭地の水田は、その開拓造成過程で一度畑地として利用された後に水田化されているが、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が安定している。

泥炭地は平坦であるため、道路、用水路なども盛土となることが多いが、不等沈下を生じやすい。その対策としては余盛り、盛土下へのシート敷設、盛土の段階施工などが実施されているが、この対策としても事前排水が効果的である。水路の装工材料として、不等沈下に追従性のあるアスファルト、コルゲート鉄板などが用いられることもある。

掘削時の断面変形や、その後の沈下などのために排水路も変形し、その機能を低下することも多いので、再施工を必要とすることも多い。

泥炭地は地下水位が高く、軟弱であることから、排水に伴い沈下が生じやすい。サロベツ泥炭地において1本の明渠排水を掘削した後の地盤の沈下状況を、地下水位との関係でみると、地下水位の変動に伴いながら地盤の沈下が累加してゆく傾向が認められる。とくに冬期の積雪期間は地下水位が低下するため、沈下量が多くなることが認められている。また、石狩泥炭地など排水の実施されている泥炭地では0.5m以上の沈下もみられている。

図5-泥炭の保水機械のカップモデル

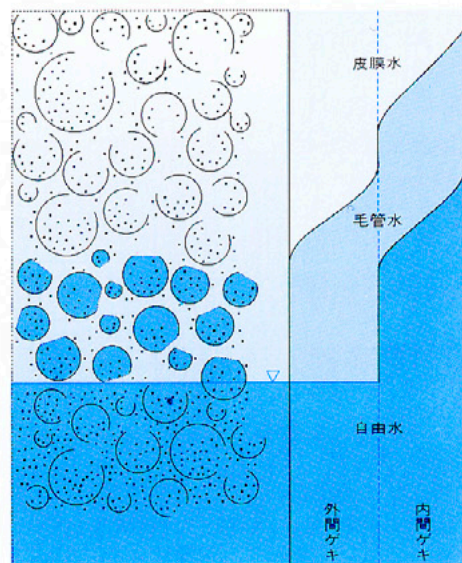


図7-ミズゴケ泥炭の分解度と間隙比

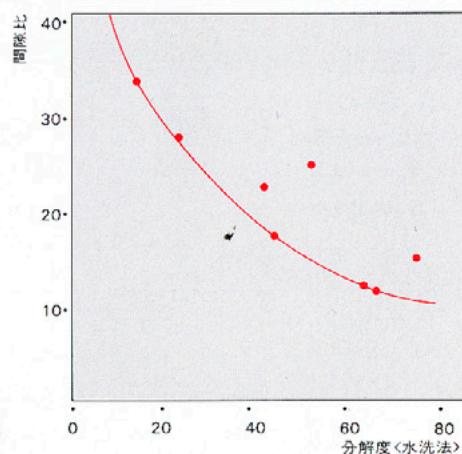


図8-泥炭の分解度と透水係数

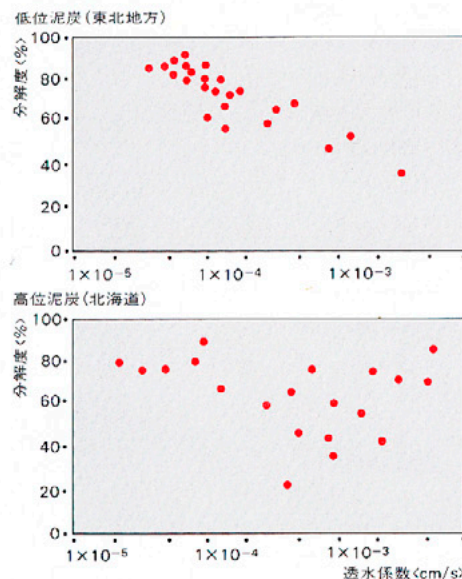


図6-泥炭の乾湿の繰返しによる三相比の変化

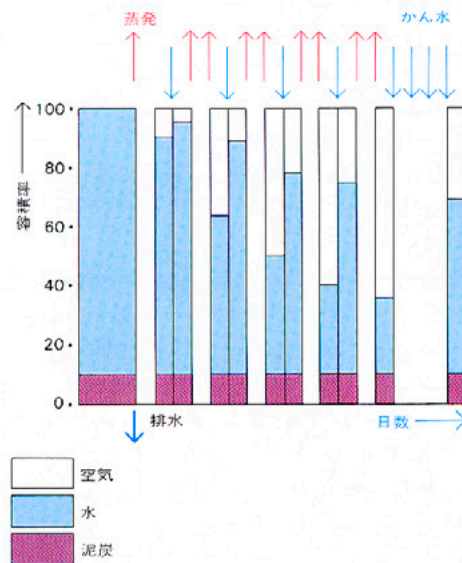


図9-泥炭の間隙比と圧縮量

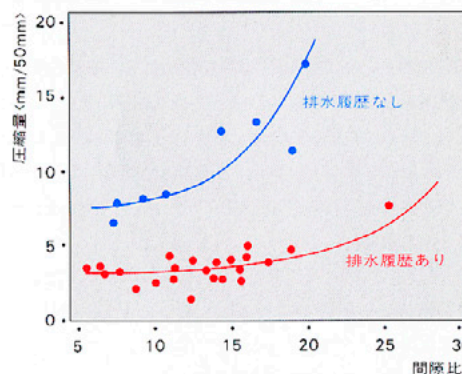


図10-排水乾燥(w=含水比)履歴ごとのe~p曲線

