

生態園湿原の地盤構成と水条件の維持

大 窪 久美子

千葉県立中央博物館

〒260 千葉市中央区青葉町 955-2

要 旨 生態園の湿原では造成完工後 1 年目に漏水による水位低下が現われ、湿生植物群落の成立と維持が懸念された。漏水の実態を把握するため、湿原盛土の地盤構成調査及び、水位観測井による地下水位の観測を行った。その結果、湿原盛土は透水性の高い砂質土が主体で、その間に挟在する粘性土層も転圧処理が不十分で、その分布も不均一なため、遮水層として機能していないことが指摘された。このため漏水は盛土の全面から発生していると考えられた。その対策には、表層部に独立した水系を形成することにより、湿原の水条件を満たす方が適当であると結論づけられた。

キーワード：湿性草原、水管理、植生管理、自然復元、地盤構成、生態園、湿生植物、湿地。

生態園の湿原は、地域の湿性地の植生を復元し、展示することを目的としてつくられた園地である。その植生の核となる湿生植物群落の成立を促し、維持するためには、構成種の生育に適した水分条件を確保することが必要である。しかし生態園の湿原では漏水のために水位が維持できず、計画当初に湿生植物群落の成立が想定されていた高所（図 1）では、滞水がみられず、中生植物群落が成立しつつあった。今後、漏水が著しくなれば、現在一部で成立している湿生植物群落も衰退することが予想された（大窪, 1994）。そこで本研究では、水位観測井による地下水位測定および土質構成調査によって漏水の状況を把握し、今後の対策

について検討した。

調査地の概要

生態園の湿原は、かつては小規模な谷津田であったところに盛土を行い、造成された人工の湿地である。造成工事は 1989 年 11 月から 1990 年 3 月に行われ、1990 年 5 月～6 月にはハンノキやヤナギ類が植栽された（大窪, 1994）。

計画では、湿原の水は、せせらぎ上部に設けられた井戸から常時供給され、さらに湿原を通して舟田池へ流れ込むように設計された。ある程度の降水量があれば低所（図 1）では滞水がみられたが、水の抜けが速

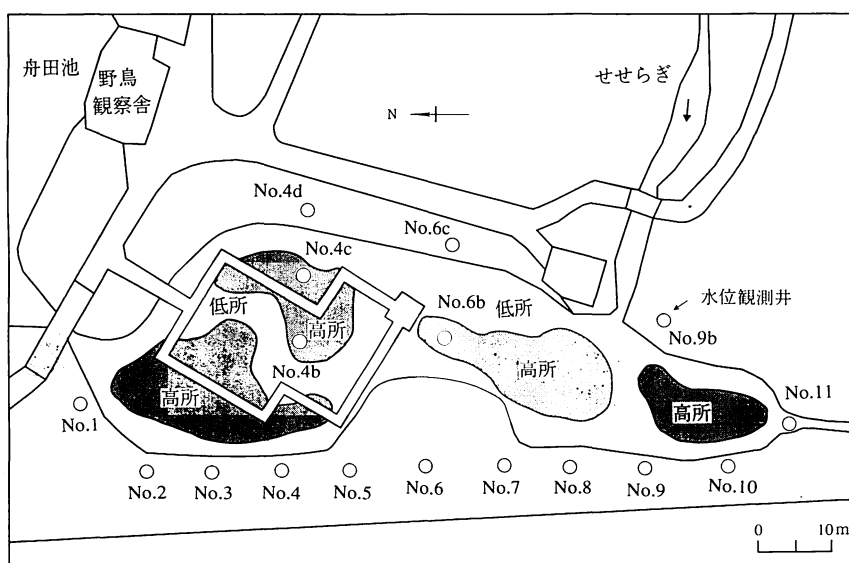


図 1. 湿原と水位観測井の位置。

いため、雨がしばらく降らないと井戸からの供給水だけでは滞水しなかった。また舟田池の増水時には、反対に池側から木製の堰を越え、水位の低い湿原側へ水が流入した。

高所は低所とのレベル差が40~50 cmあり、木杭によって低所と分離されている。高所では滞水はみられず、中生遷移の進行を標徴する植物種が優占した。低所では滞水時期は短かったが、カヤツリグサ属やテンツキ属、ヤナギ類など多数の湿生植物の出現が確認された。しかし同時にチガヤやセイタカアワダチソウなどの中生植物が定着し、乾燥化による湿生植物の衰退が懸念される状況にあった(大窪, 1994)。

調 査 方 法

1. 地盤構成の予備調査

漏水する可能性のある地盤の構成を把握し、旧水田面の存在を確認するため、図1のNo.1の地点でハンドオーガーによるボーリングを行い、深度ごとに土をサンプリングして、土質状況を記録した。

2. 地下水位調査

湿原の盛土内の地下水位を測定するため、1992年3月に業者へ委託し、ハンドオーガーで削孔して、下端に多数の孔をあけた直径5 cmの塩化ビニルパイプを建込んだ水位観測井を17箇所設置した(図1)。その後1992年5月から湿原改良工事の始まる直前の1993年1月中旬まで、ほぼ毎日、水位を測定した。削孔時には土質調査をあわせて行った(千葉県立中央博物館生態園科・(社)大阪自然環境保全協会, 1992)。

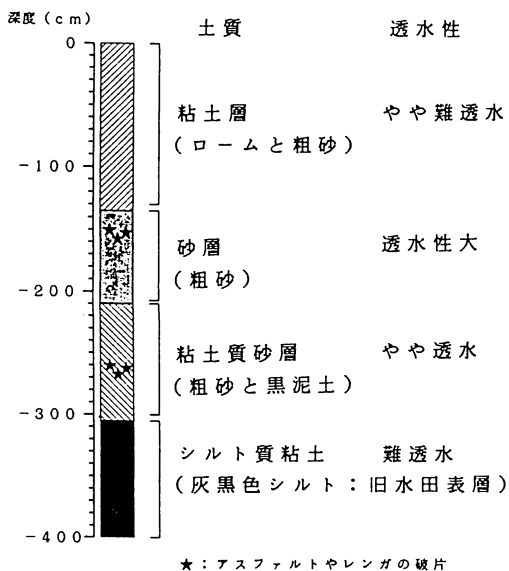


図2. No.1地点での土質柱状図と各層の透水性。

結 果

1. 地盤構成

No.1地点での各深度の土質を図2に示した。表層から深度135 cmまでは粘土層が存在するが、ロームに粗砂が混ざっていた。その下には80 cm程の砂層があり、粗砂が主体になっていた。粗砂には、レンガやゴミが混じっていた。深度2 mから厚さ約1 mの粘土質砂層があり、これは黒泥土に粗砂が混じりあっている土で、ここにもアスファルト片やゴミが入っていた。深度約3 mからは旧水田表土のシルト質粘土が現われた。

2. 地下水位と降水量の変化

図3-1, 3-2に1992年3月から10月末までの各観測井の水位と降水量を示した。水位は地盤面を基準に表示している。降水量は生態園の気象観測装置によって測定されたデータである。

水位観測井を設置した際に、ボーリングは旧水田表面まで到達することを目標としたが、地下水位以下の砂質土は孔壁が崩れやすく、途中までしか削孔できなかった。そのため孔底深度は地点によってかなり異なっている。

1992年の5月から7月中旬は多雨であったが、7月下旬から9月まではほとんど雨がなかった。その後10月上旬からは雨天が続く、降水量も多かった。5月から7月中旬の多雨期は滞水状態で、水位はある程度一定の値を示しているが、常に地盤面よりも低い。No.9b, No.6cの地点では常時水位は-2 mあるいはそれ以下であった。また、いずれの地点でも雨が降れば水位は上昇し、その後雨のない場合はすみやかに低下した。雨の少なかった7月中旬以降、水位は急速に低下したが、地点によって低下の状況が大幅に異なり、中央部のNo.4b, No.4c, No.6bの低下は比較的小さかった。10月上旬から降水量が多くなると、No.6b以外の地点では水位は急速に上昇したが、やはりどの地点も地盤面に達することはなかった。

考 察

図4は地盤構成での透水性の高い層の分布を示している。湿原の東丘陵側中央(No.4d, No.6c)は盛土のほぼ全層を砂質土が占めていた。また西側(No.3, No.6, No.7)でも下層を砂質土が占めていた。これらの砂層は粗砂からなり、透水性が特に高い。砂質土の中にレンズ状に粘土質砂層が含まれていたが、十分に転圧されていないために透水性は低くない。またNo.1でみられるような粘土層や粘土質砂層は、転圧によって締め固めると透水性が低くなる性質のものであるが、現状の緩い状態では透水性は低くない。このように湿原の盛土は砂質系が大半を占め、粘性土が含ま

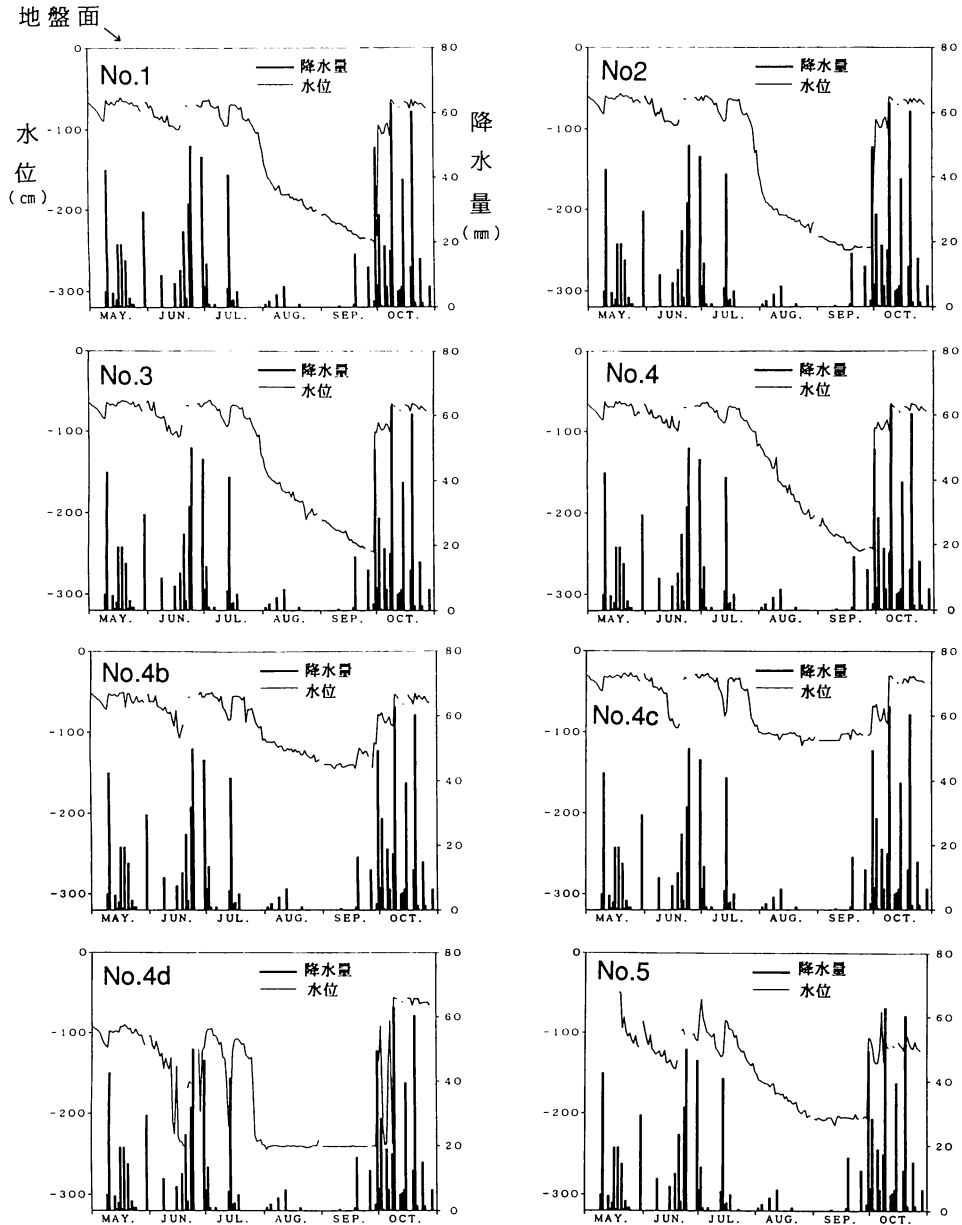


図 3-1. 地下水位と降水量 (1).

れていても、締め固めが不十分なため、全体に透水性の高い地盤になっていた。

またどの地点においても、5月から7月中旬、および10月の多雨の状況にあっても地盤中の水位が地盤面に達していないことから、盛土の、特に下部層の透水性が全体に高いことが推察された。

図5に観測初期の5月22日、雨期が終わって乾期に移行する7月31日、及び乾期が続いた後の9月30日の各地点の水位を数値で示した。ただしここでの数値は、水位データからマイナス(－)を外した値で示

ている。また矢印は水位が孔底深度に達していることを示す。他の地点の水位が比較的高いときにも、湿原東丘陵側の No. 6c, No. 9b, No. 4d では水位が著しく低かった。これらの地点は盛土の中の砂層の割合が大きく、水位の低下状況は図4の地盤構成とほぼ整合している。中央部の No. 4b, No. 4c, No. 6b では水位が比較的高く、測定期間中の水位変動も小さい。乾期が続いた後の9月30日には、ほとんどの地点で測定期間中の最深値となり、5地点で孔底深度に達した。

以上の結果をまとめると、湿原の盛土は主に砂層か

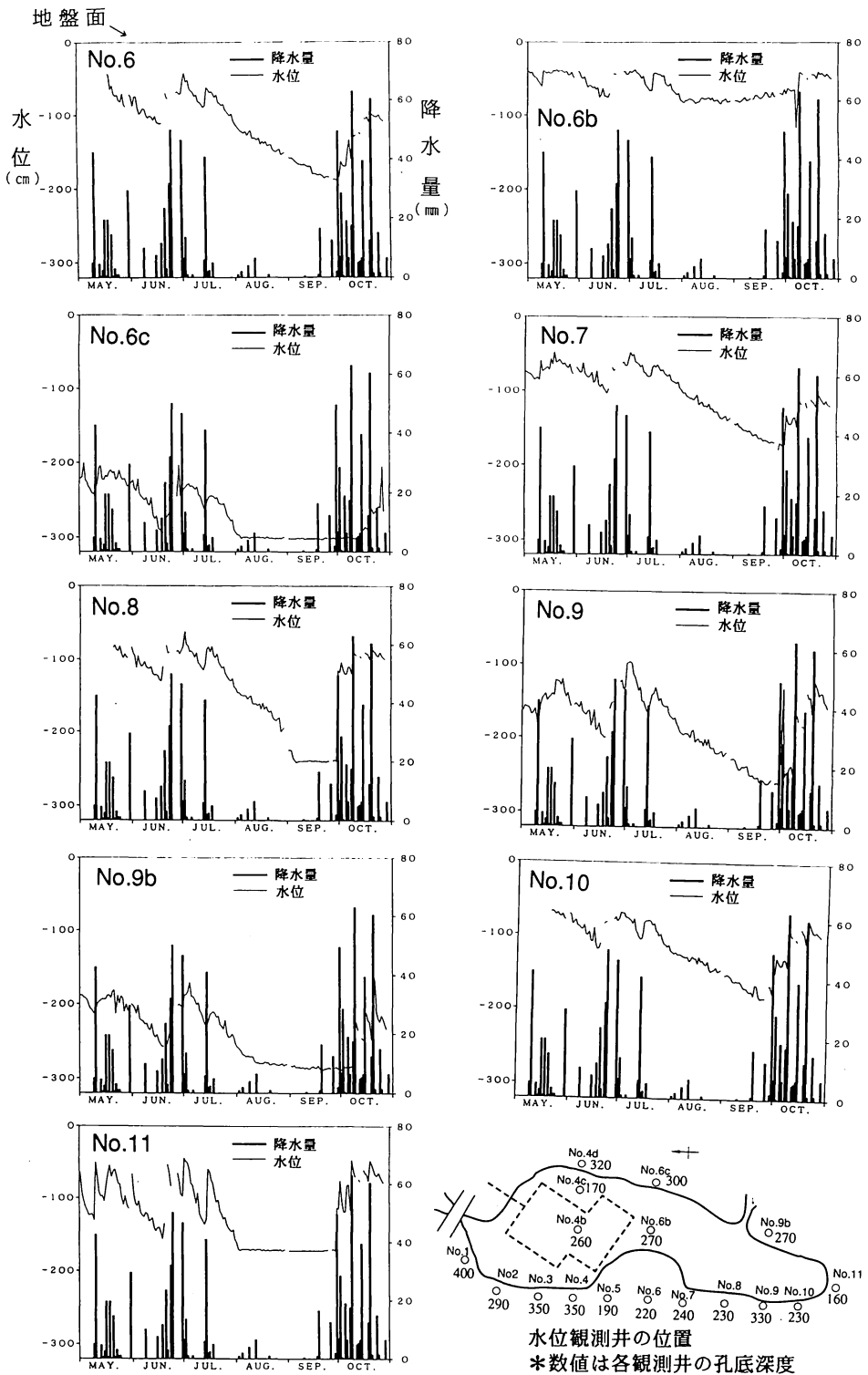


図 3-2. 地下水位と降水量 (2).

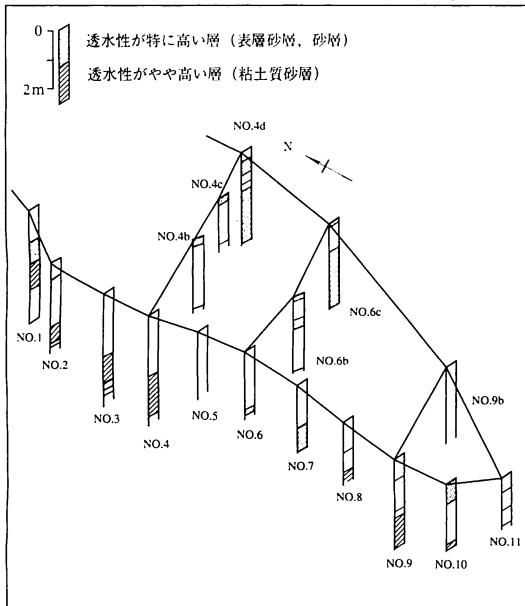


図 4. 地盤構成 (透水性が高い層の分布)。

らなる透水性の高い地盤構成にあり、盛土のほぼ全
から漏水していることが指摘された。また、不均一な
地盤構成のため、漏水の深度は場所によってかなりの
差がみられた。それにもかかわらず降水量が多けれ
ば、湿原の低所には滞水する部分もあることから、表
層部は、盛土完工後の諸作業の踏圧で土の団粒がほぐ
され、かつ締固められて透水性が低下し、丘陵地の水
田のように地盤内とある程度切り離された水系を持っ
ていると考えられる。

次に具体的な漏水防止対策についていくつか検討し
ていきたい。盛土の基盤は旧水田の難透水層と考えら
れるので、問題の発生した当初には湿原の西側と南側
に旧水田面に達する矢板のような鉛直遮水壁を設けれ
ば、地下水位を維持できるものと想定された。実際に
水位観測井設置時の土質調査によって、旧水田面が確
認された地点もあり、その可能性も考えられた。しか
し、No. 4d, No. 6c, No. 9b では常に水位が低いこと
からみて、東側の丘陵地の透水性は低くないと判断さ
れ、この方法の有効性は保証できないことが指摘され
た。

したがって、丘陵地の水田のように、表層部で地下

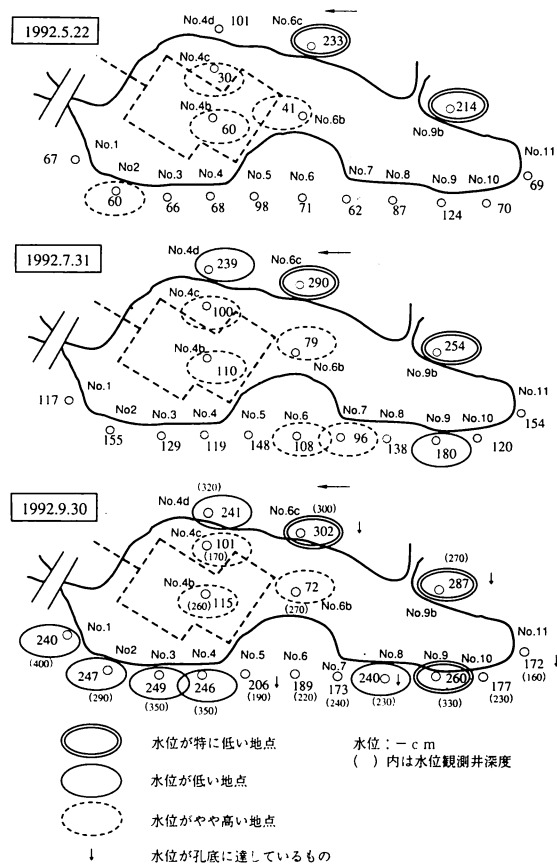


図 5. 地下水位の特徴。

水系から独立した水系を形成して、湿原の水位を維持する方法をとることが、むしろ適切であると考えられた。表層に砂質土のある場合、表層近くを難透水または不透水の状態にするには、その砂層を一旦取り除き、粘性土に置き換えて転圧した後、砂層を戻す方法がよいと考えられる。粘性土の転圧は硬質粘土（液性限界は少なくとも 50% 以上、あるいは水を加えて練り返して乾燥させると硬く固結する土）、あるいはベントナイト粉末を散布して攪拌混合を行い、難透水性化する方法がある。改良する深度は植物の根茎が達すると想定される深さまでは必要である。

しかし、天然の湿生植物群落の成立条件からみて、湿地が常に滞水している必要はなく、梅雨や台風襲来の雨期に滞水する程度で、中生植物や乾生植物の侵入を防ぎ、湿生植物群落は維持されるものと考えられる。逆に湿原全体が深く滞水し、どの地点も水位が一定になれば、湿生植物の出現種数はかえって減少し、単純化する。このような場合には、水管理をどう調整するのかという新たな問題の発生も考えられる。

高所では中生遷移が進行しはじめており（大窪、1994）、低所よりも湿生植物群落の成立する水条件がより厳しい状態にある。このような立地の植生を今後どのように誘導していくのかについても、漏水問題と併せて検討する必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたって、千葉県地域整備協会の方々には長期的な水位測定にご協力いただいた。また地学研究科の吉村光敏氏からは地盤構成調査についてご指導を受けた。千葉県地域整備協会の吉野朝哉氏には地盤構成調査で協力を受け、環境科学研究科の由良浩博士には同調査の協力と本稿の査読をしていただいた。（社）大阪自然環境保全協会の岩木博文氏には水位観測井設置等、いろいろな点でご教授をいただいた。同じく高田直俊博士には調査全般にわたるご指導を受

け、本稿の査読をお願いした。以上の方々にこの場をお借りして、深く感謝の意を表する。

引用文献

- 大窪久美子. 1994. 生態園湿原における植生の経年変化. 中村俊彦・長谷川雅美（編）, 生態園の自然誌 I: 整備経過と初期の生物相の変化: 千葉県立中央博物館自然誌研究報告特別号 1: 161-168.
千葉県立中央博物館生態園科・（社）大阪自然環境保全協会. 1992. 千葉県立中央博物館生態園湿原水位観測井設置業務報告書, pp. 6-11.

Ground Structure and Water Retention in a Restored Marsh at the Ecology Park, Natural History Museum and Institute, Chiba

Kumiko Okubo

Natural History Museum and Institute, Chiba
955-2 Aoba-chou, Chuo-ku, Chiba 260, Japan

Some difficulty has been experienced in retaining water in a marsh restored at the Ecology Park, Natural History Museum and Institute, Chiba. Leakage of water of the marsh has led to drying, and to problems with forming and maintaining hygrophyte communities. A survey of underlying soils and ground water level was undertaken to determine the cause of water loss. The results showed that the soil beneath the marsh is predominantly a pervious sand fill, and that even the clay fill does not retain water due to insufficient compression. Thus, it was clear that the fill used in restoring the marsh does not retain water. In order to retain water and support hygrophyte communities, the current pervious soils will have to be replaced with an impervious layer that isolates the marsh from the ground water system.