

GOALシステムの開発(その2)

国分運動公園陸上競技場への適用実績

塩田 耕三 千野 裕之
岡田 俊也 辻 博和

Development of GOAL System (Part 2)

--- Application to Sports Turf of Kokubu Athletic Field ---

Kozo Shiota Hiroyuki Chino
Toshiya Okada Hirokazu Tsuji

Abstract

The GOAL (Grass on Aqua Lines) system for sports turf was first used as part of a project to improve the Kokubu Athletic Field in Kagoshima prefecture. This project was started in July and ended in October. A citizens' athletic meet was held on October 10, 1996. In February 1997, two teams from the Japan Soccer League visited this sports field as part of a spring retreat and used it continuously for about one month. They gave the field high marks. Since April 1997, the field has been maintained on a daily basis and kept in good condition by the maintenance staff of Kokubu-shi citizens' educational support organization. This paper reports several investigations and test results over a 4 year period from April 1997. to February 2001. It is shown that the GOAL system provides a ground bed with excellent compaction resistance, water retention, water permeability and air breathing action of a sandy-soil layer according to rapid water supply or drain. The sand-bearing natural fiber mat on top of the ground is effective in preventing compaction of the ground bed. This ground bed is promotes growth of grass roots, producing highly dense grass .

概要

当社開発のスポーツ用天然芝を育てる地中給排水システム(GOALシステム = Grass on Aqua Lines System)は適用第1号として、鹿児島県国分運動公園陸上競技場の改修工事に採用された。平成8(1996)年の6月に着工し、その年のスタンド工事途中の10月から一般市民に供用され、翌年2月にはJリーグ2チームの春季合宿を迎え、3月末に竣工した。その後は、(財)国分市しみん学習支援公社によって、芝の維持管理が進められている。今回の報告では、平成9年3月の竣工から4年間に亙り実施してきた各種調査と試験結果を報告する。その結果、GOALシステムによる地中給水と急激な排水で床土の呼吸作用を実現し好氣的で健全な床土構造を作り出し、且つ、床土表層の天然繊維マットによる耐固結性の向上と根圏の保護で極めて頑強な芝生の根茎を実現していることが判明した。

1. はじめに

GOALシステムは、スポーツ用天然芝を育てる床土内の水量・空気量、肥料分(水質)、温度、水のリサイクル等を自動制御する地中給排水システムである。適用第1号となった国分運動公園陸上競技場での4年間の運用実績を下に、システムの利点を実証することが出来た。

前報¹⁾では、本システムにおける特徴である床土構造の耐固結性と保水性について、室内試験を中心に検討した。本報告では、当該競技場の造成工事の概要と、その後の芝管理において、平成9年3月の竣工から4年間に亙り実施してきた各種調査・試験結果を報告する。第2章

で、グラウンド造成工事の概要とGOALシステムの給排水制御装置の概要を説明した後、第3章では、現地の床土の健全性を評価・確認すべく実施した土壌硬度、現場透水、根圏調査等の結果について述べる。第4章では、循環水と放流水の水質調査結果について述べる。

2. GOALシステムを用いた造成工事

2.1 グラウンド造成工事の施工状況

2.1.1 工程と概要 国分運動公園陸上競技場改修工事は、造成後20年を経て全面改修することになり、以下に示す工事を、実質工期3ヶ月で施工した。平面計画図

2.1.3 本システムによるフィールド工事 施工工程に沿って作業要領を以下に示す。

- 1) 陸上競技場の土工事(芝はぎ、鋤取)では、バックホーにて芝をはぎ、所定の高さまで鋤取を行い、ダンプトラックにて指定地に残土処分する。鋤取後、タイヤローラーと振動ローラーにて締固める。(Photo 1参照)
- 2) 給水用の落蓋式側溝は、バックホーで掘削し基面整正後、クラッシャーランをランマーで締固める。基礎工終了後、モルタルを敷均し、クレーンにて据付ける。給水用パイプの穴明けは据付前にコアカッターで実施する。(Photo 2参照)
- 3) 床付け完了後、最下層の防水シートを敷設する。シートの重ね幅・溶着は漏水のないように十分に採る。U字溝とのジョイントは、接着材を使用する。貫通部とシートのジョイントは、特殊治具を使用する。シート張り完了後、漏水試験をする。(Photo 3,4参照)
- 4) グラウンド内の排水パイプの設置は、排水勾配を付けた溝部を設け、遮水シート・クッションマット敷設後、据付ける。(Photo 5参照)
- 5) 排水層の砕石は、遮水シート・クッションマット敷設完了後、排水パイプを布設し、単粒砕石をブルドーザーで敷均し振動ローラーで転圧する。(Photo 5参照)
- 6) GOAL用給水パイプは、排水層仕上後、透水シートを張り、シート上に給水パイプを等間隔に布設する。その後、一定間隔に給水用穴を上面に穿孔、数ヶ所に1つの割合で排水用穴を下面まで穿孔する。その後、根詰り防止用にパイプを被せ、防根シートにて保護する。(Photo 6,7参照)
- 7) 芝生の床土となる砂質土層は、給水パイプ布設後、中央混合した砂質土(砂:火山成粗粒土=7:3)をダンプにて運搬しブルドーザーにて敷均し、タイヤローラー・振動ローラーにて給水パイプを破損しないように締固める(Photo 8参照)。
- 8) 芝張りは、床付け完了後、圃場より暖地型芝(ティフトン419)を切り出し、ユニック車にて運搬、グラウンドにて人力で植付ける。(Photo 9,10参照)
- 9) フィールド管理は、芝植付け後、施肥、刈込み、殺虫剤、殺菌剤、ローラー転圧、除草、散水など圃場管理に準拠して実施する。(Photo 11参照)

2.2 GOALシステムの概要

国分運動公園陸上競技場に適用したGOALシステム系統図をFig.2に示す。

2.2.1 GOALシステムの特徴

- 1) 水位差利用の地中給排水: 給水用側溝内の水位の上下で、給水パイプからフィールドへ連通管作用と毛管作用により穏やかに給水する。
- 2) 床土の空気量コントロール: 床土、給排水管内の水を急速に排水し、床土内に新鮮な空気を芝面から吸引、芝の根圏に酸素を供給する。
- 3) 灌漑水のリサイクル利用と温度コントロール: 芝フィールド内の排水は、地下貯水槽に戻し再利用すると



Photo 8
床土客土
Banking of
Sandy Soil



Photo 9
圃場より搬出
Carrying Turf



Photo 10
芝張り
Turf Planting



Photo 11
グラウンド完成
Completion
of Ground

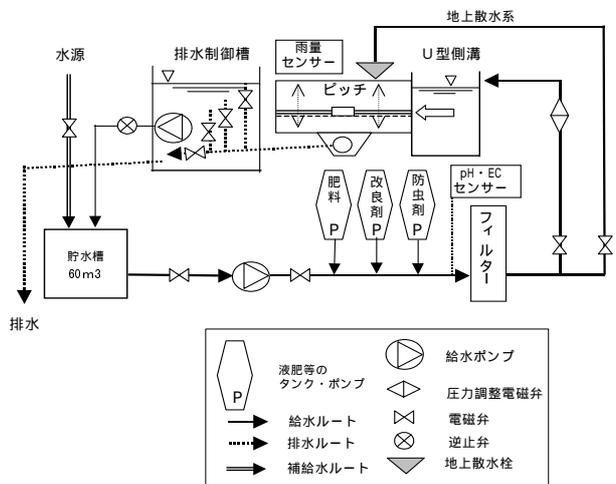


Fig.2 GOALシステム系統図
System Flow of GOAL System

共に、給水時に肥料・溶存酸素量・温度を調整し循環利用する。

- 4) 自動制御システムで省力管理: pH・EC・土壌水分・土中温度・溶存酸素量・降雨量などにより、給排水を自動制御し、管理の省力化を実現する。
- 5) 3層構造の砂質系床土: 砂質系の3層構造で、良好な通気・排水性を確保すると共に、天然繊維マットで固結防止を計ることで、競技での損傷も軽微で回復も早い。

2.2.2 GOALシステムの設備

- (1) 給排水制御用センサーを以下に示す。
- 1) 水位センサー：給水側の水頭差，排水側水位，地下貯水槽の水位を監視する。
 - 2) 土壌水分センサー：土壌の湿度を監視する。
 - 3) 土壌温度センサー：土中の温度を監視する。
 - 4) 降雨計：前日・当日の降雨量により，給水量を制御する。

(2) グラウンド内を循環する水質のモニター用の水質調整・監視用センサーを以下に示す。

- 1) pHセンサー：液肥混合直後の循環水の水素イオン濃度(酸性・アルカリ性)を監視する。
- 2) ECセンサー：液肥混合直後の循環水の電気伝導度(肥料濃度)を監視する。
- 3) DOセンサー：排水制御槽に出てきた循環水の溶存酸素量を監視する。

2.2.3 コンピュータコントロール 上記の2項に挙げた各種センサーは，常時系内の状態をモニターしつつ，コンピュータに情報を送り，各種設定値に応じた機器の稼動をコントロールする。制御用コンピュータとポンプ室をPhoto.12,13に示す。また，これら稼動状況は電話回線リモートチェックとリモートコントロールが可能である。

3. 床土の健全性評価

GOALシステム適用の陸上競技場の砂質系床土を，調査した結果を以下に示す。

3.1 床土の耐固結性と透水性評価

3.1.1 土壌硬度による耐固結性の検討 貫入式土壌硬度計による深さ方向の固結の4年間の調査結果を，Fig.3に示す。天然繊維マットと砂質系床土の効果により，生育限界と言われている 23.5kgf/cm^2 を示す深さは，5年目でも10～13cmを示している。初年度18cm前後であったが，管理機械・選手などの踏圧・自然転圧などにより2年経過時点で13cm前後となり，その後は，ほぼ一定値を保っている。

地表面の土壌硬度の変化を山中式土壌硬度計で調査したが，経時変化による値の増減は確認できず，場所に応じた利用頻度の違いによる固結の強弱が確認される程度であった。計測結果は，適性値とされている18～23mmの間にほぼ管理されている。

3.1.2 透水性試験 試験法は，「農業ハンドブック」に記載の，インテグレート試験³⁾にて実施した。試験結果をFig.4に示す。GOALシステムの砂質系床土のGL-5cmでは初年度1000mm/hourを越え5年目でも800mm/hour前後ある。GL-10cmでは650～500mm/hour，GL-15cmでは，310～210mm/hourとなっている。

上述したような砂質系床土の透水性の良好さと耐固結性の良さが，次節3.2で述べる芝の根の深さ方向の伸長を促していると判断できる。

3.2 芝生の根圏調査



Photo 12 制御用コンピュータ Computer



Photo 13 給水ポンプ室 Water Supply Pump Room

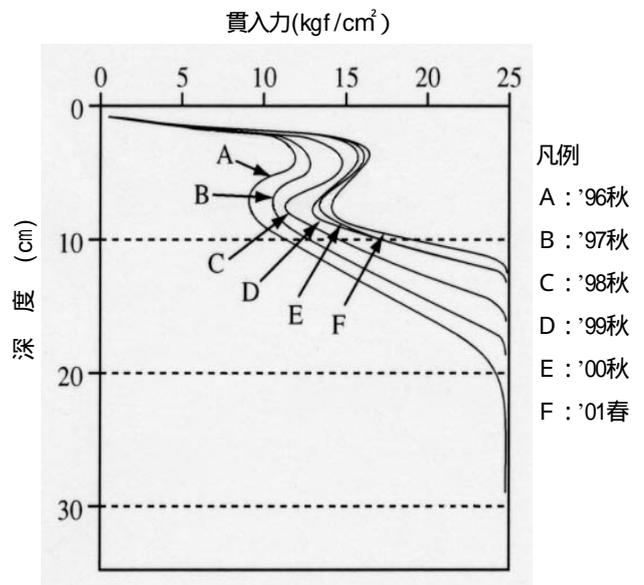


Fig. 3 コン貫入試験の経年変化 Mutation of Conepenetrometer Test

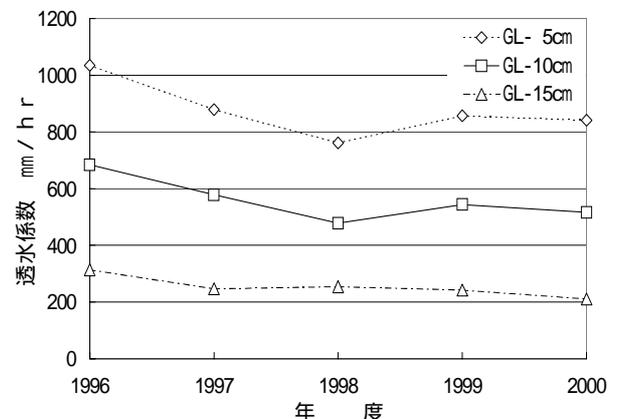


Fig. 4 GOAL(砂質系床土)の透水性の経年変化 Mutation of Permiability-GOAL System Sandy Soil

3.2.1 コア抜きによる根長調査 毎年秋のホールカッターでのコア抜き調査で、根圏の健全性を評価した。芝生の健全性を示す根長の経年変化をFig.5に、平成13年2月のコア抜き調査の結果をPhoto.14に示す。天然繊維マットと砂質系床土の場合、芝の根の長さは、初年度は最長で21cm、平均長で17cm前後で4年経過時点でも最長で21cm、平均で15~16cmある。参考までに、Photo.14に陸上競技場に隣接する多目的芝生広場の一般的なローム系床土の根長調査結果を示すが、平均長で6~7cm、最長で8~10cmであり、当該陸上競技場はこれと比較して2~3倍の根長を示している。

コーン貫入抵抗として生育限界の23.5kgf/cm²を示す深さの変化で見ると、砂質系床土の深部での固結の進行が確認されるが、根の伸長では、ほとんど影響を受けていない。これは、前報¹⁾で示した砂質系床土を構成する砂と火山成粗粒土の配合が固結し難い配合となっていることによる。コーン貫入抵抗値としては、3割を占める火山成粗粒土にコーンが当たることで23.5kgf/cm²を超えるものの、芝生の根は7割を占める粒度の揃った砂の中に伸長する。このことで、23.5kgf/cm²を示す深さが11~13cmであるにも関わらず、最長根長21cm、平均根長16cmにも及んでいるものと考えられる。これは、砂入り天然繊維マットと砂質系床土による耐固結効果¹⁾による根の伸長促進効果を示すものである。

3.2.2 GOALパイプの試掘調査 地中給排水システムで問題とされる給水ポイントへの根がらみ・目詰まり状況の確認のため試掘による状況観察を行った。その状況をPhoto.15に示す。設置後3年経過時点で、給水用穴の目詰まりなし、カラー管を巻いている防根シートへの付着物なし、根の集積なし、各種構成材の変質もなく、総合的に設置時とほとんど同じ状態で極めて良好な状況であることを確認した。また、GOALパイプ直下の透水シートも目視の結果、設置当時とほぼ同じ状態であり、細粒分の集積による目詰まりの心配もないものと判断された。

3.2.3 GOALシステムの呼吸作用 当システムでは、床土の空気量コントロールの方法として、床土・給排水管内の水を急速に排水し、床土内に新鮮な空気を芝面から吸引、芝の根圏に酸素を供給する。この機能の確認試験を室内にて実施した。試験装置はFig.6に示すような、1/10,000aのワグネルポットに芝生を活着させたものを使って行った。外周部分の給排水制御槽の水位の上下で、芝生の床土内GL-35mmに於ける溶存酸素量の変化を計測した。また、急激な排水を実現するために給排水制御槽の排水機構を使うと共に、ワグネルポット内の排水層の有無で溶存酸素量の変化にどのような差があるかを確認した。その結果をFig.7に示す。

植物の有無で酸素消費速度が異なるかいなかを測定するために、水だけを使って溶存酸素量の変化を見たものが、 $\Delta D = 7.0$ から伸びる直線である。攪拌して、飽

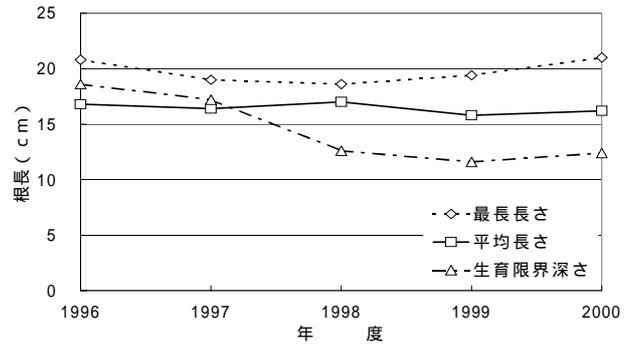
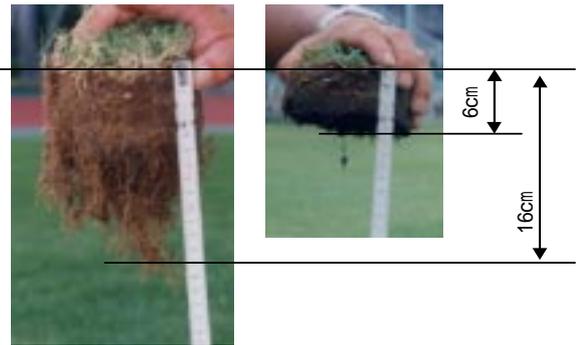


Fig. 5 砂質床土の根長の経時変化
Mutation of Root Length - Sandy Soil



陸上競技場 砂質系床土
多目的芝生広場 ローム系床土

Photo 14 コア抜きによる根長調査
Root Length Investigation



Photo 15 GOALパイプの健全性調査
Healthy Check of GOAL Pipe

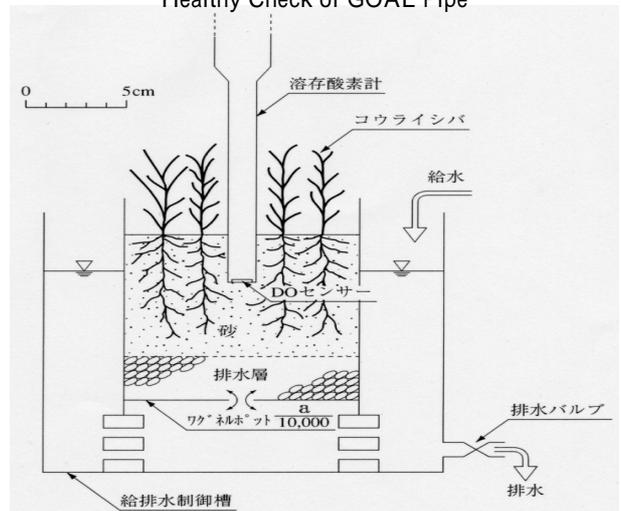


Fig. 6 GOALの呼吸作用確認試験装置
Breath Mechanism Check Installation

和に近いDO = 7.0をスタートとして28時間経過時点で変化がなかった。

植物を入れた状態で25℃の恒温水槽内で、給排水制御槽に飽和に近いDO = 8.0の水を地表面に水位を保持して溶存酸素が零になるまでの時間を比較した。その結果、排水層の有無で、40時間に対して24時間となった。その零になった溶存酸素を回復させるために、重力水を完全排水し、DOが上昇して飽和に近い状態になるまでの時間を計測した。その結果、排水層の有無で18時間に対して40時間となった。この結果から、芝面全面の排水層の存在で溶存酸素量の低下時間を2倍近くに長らえさせると共に、零からの回復時間も半分以下に短縮出来ることが分かった。また、環境温度の影響を確認するため、恒温水槽の温度を5℃と45℃に替えて計測した。その結果、酸素消費速度が25℃に比べて、5℃の場合108時間となり低温状態では植物の酸素消費速度が半分以下になる。一方、45℃では28時間となり、約2倍の速度で酸素を消費することが判明した。これらのことより、夏季は植物・微生物の活性が高くなることで酸素消費が多くなり、嫌気状態の水が系内に滞流し易いことが確認できた。

以上の結果から、GOALシステムでは、全面排水層が有ることで、給排水が極めて短時間でこなえることにより、溶存酸素が減少しても、短時間で回復する。このため、嫌気状態が続き過湿障害が出ることは殆どない。一方、通常の全面排水層のない砂質系床土では、排水性が良いとはいっても、全面排水しても、重力水が溜まったような飽和状態で、嫌気状態となり易く芝生の生育に障害の出ることが懸念される。これらの比較から、GOALシステムが、根圏を好気状態にするために、有効なシステムであることが判明した。

4. 循環水に関する調査

4.1 循環水の水質調査の方法

芝生の水・肥培管理について、循環水を排水制御槽で採取し追跡調査した。調査項目と結果は、Table 2, Fig.8~10に示す。分析方法はJIS0102排水試験方法に準拠する。同表に示した管理目標値は、灌漑用水基準と汚濁水対策におけるその利用⁴⁾、農業用水基準⁵⁾、国の排水基準⁶⁾、塩化物イオンについては、水道水基準⁷⁾を参照して取り決めた。調査方法としては、採取水を室内で分析する方法、現地にセンサーを設置して定点で連続計測する方法、現地で携帯型計測器を使って循環水を任意の点で調査する方法の3種類の方法を使った。

4.2 水質調査の結果と考察

4.2.1. pH (水素イオン濃度) 排水制御槽に出てきた水を採取し室内分析した結果をFig. 8に示す。最初の1年間は、室内分析結果との照合も兼ねて携帯型計測器で現地計測した。その結果、全期間を通して、pH = 7 前後の中性域で推移している。なお、pH値が中性域から変動したのは、地上からの施肥・薬剤散布の影響と思われる。この時でも管理目標値の範囲内にある。

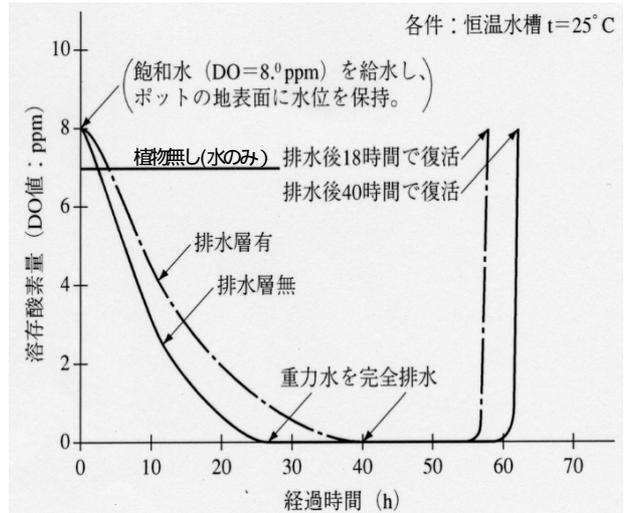


Fig. 7 水位変動による溶存酸素量の経時変化
Oxyhydrogen Mutation by Water Level Change

Table.2 循環水の水質分析結果
Water Quality of Circulating Water

項目	単位	平均値	最小値	最大値	管理目標値
pH (H ₂ O)		7.19	6.60	8.50	4.5(6.0)~(7.5) 8.5
電気伝導度 (EC)	mS/m	46.4	11.3	127.0	80~100以下
有機体炭素 (TOC)	mg/L	2.99	0.36	6.00	炭素の形態を評価
全炭素 (T-C)	mg/L	24.68	14.00	34.00	30以下
無機体炭素 (IC)	mg/L	21.69	11.00	31.00	炭素の形態を評価
カルシウム (Ca)	mg/L	58.54	5.90	182.00	50~100以下
マグネシウム (Mg)	mg/L	13.42	2.50	43.70	30~40以下
ナトリウム (Na)	mg/L	7.43	2.45	14.00	30以下
カリウム (K)	mg/L	10.37	0.40	28.90	30~50以下
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	108.34	17.10	503.00	200以下
りん酸性りん (PO ₄ ³⁻ -P)	mg/L	0.81	0.04	5.88	5~10
全窒素 (T-N)	mg/L	9.35	0.30	37.70	80~100以下
亜硝酸性窒素 (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	0.40	0.0005	0.88	10以下
硝酸性窒素 (NO ₃ ⁻ -N)	mg/L	9.14	0.08	37.30	80~100以下
アンモニア性窒素 (NH ₄ ⁺ -N)	mg/L	0.55	0.009	1.92	50以下
浮遊物質 (SS)	mg/L	0.54	0.20	0.90	100以下
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/L	6.89	0.80	19.00	200以下

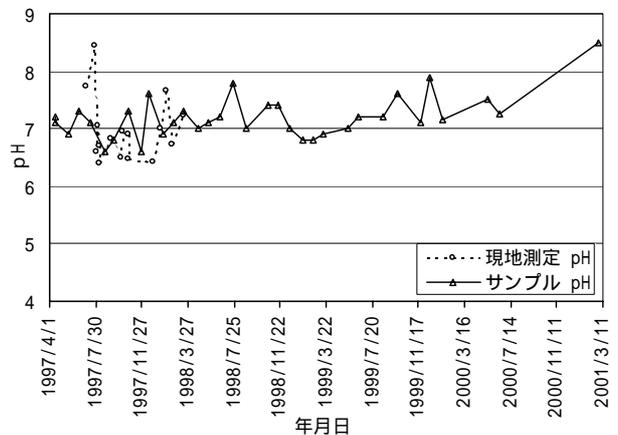


Fig.8 pHの経時変化
Mutation of pH - Circulating Water

4.2.2. EC (電気伝導度) pH測定と同じ採取水で、室内分析と現地計測した結果をFig.9に示す。全期間を通じて20~80mS/mの間にほぼ分布しており、管理目標値内で管理されている。ただ、pHと同じ理由で最大値で130mS/m、最小値で10mS/mを示した。この時でも植物に傷害を与える値ではない。また、現地では、循環水に液肥を混合した直後のpHとECをセンサーで監視し、生育障害の出ない液肥濃度に制御している。

4.2.3. DO値(溶存酸素量) DO値は、現地の排水制御槽に出てきた循環水を連続計測することで経時変化を追跡調査した。その結果を、Fig.10に示す。現地の給水用側溝では、地下貯水槽内でのパブリングと側溝内での給水吹き出し時の攪拌で、ほぼ飽和状態のDO=8~10ppmの水が供給されている事を確認した。その水が、グラウンド内で植物、微生物、その他化学反応等で酸素を消費した後、排水制御槽に出てくる。灌漑用水基準では、灌漑する前の状態で5ppm以上が望ましいとされている⁶⁾が、今回採取した排水制御槽に出てくる水は、5ppm以下に頻繁になっている。これは、上述したグラウンドの床土内で消費されたためと考えられる。この循環水の最低値を使って、給排水の制御を行っている。排水制御槽内の水が2ppm以下になったら、酸素の飽和水を循環するか、完全排水することでDO値の上昇を図るようプログラムしている。計測値が2ppmであることを検知してシステムが稼働し、GOALシステムの呼吸作用の項でも触れたタイムラグを経て、排水中の値が下降するために2ppm以下を示すことになる。しかし、システムの急激な給排水による呼吸作用によって、短期間に酸素濃度は回復している。全面に排水用の単粒砕石があることと、急激な一斉排水を可能にする専用排水勾配を持った有孔排水管を使うことで、床土内の酸素濃度を制御し、健全な芝生を実現している。

4.3 循環水量・購入水量・リサイクル水量

循環水・購入水・リサイクル水の水量の変化をFig.11に示す。なお、循環水量とは、循環システムのラインに設置した流量計による年間積算流量である。年間の降雨量をFig.12に示す。これらの値は、現地の気象条件によって大きく変動する。循環水/降雨量を年度毎に示すと、平成9年(1997)は16,200トン/1,700mm、平成10年(1998)は12,100トン/2,500mm、平成11年(1999)は5,800トン/3,300mm、平成12年(2000)は6,800トン/3,050mmであった。降雨量の変化で循環水量は、反比例する形で大きく変動している。

循環水と購入水の差が、リサイクル水になるが、1年目2,200トン、2年目1,600トン、3年目0トン、4年目400トンと推移している。このことは、気象条件と運転条件によるものであり、リサイクル水量は地下貯水槽の容量(60トン)によって制約され、それを上回る水は放流される。実績として、リサイクルされる水量は、最大でも循環水の13%程度となっている。このリサイクル率を上げるには、地下貯水槽の容積をグラウンド内に貯留できる容積

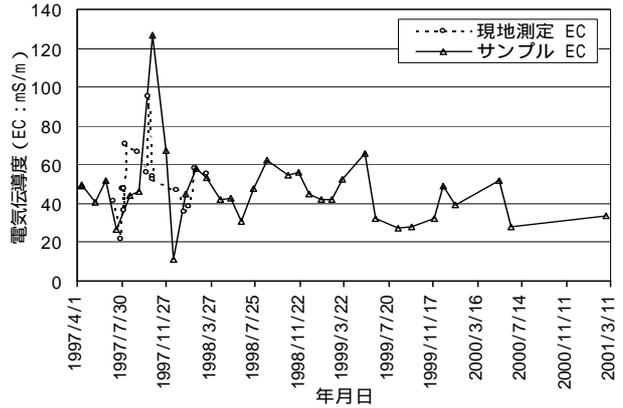


Fig.9 ECの経時変化
Mutation of EC - Circulating Water

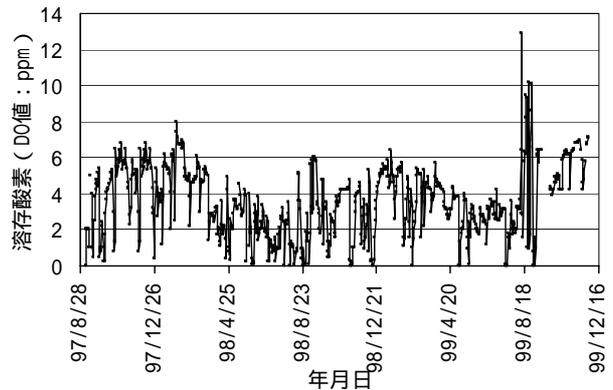


Fig.10 DOの経時変化
Mutation of DO - Circulating Water

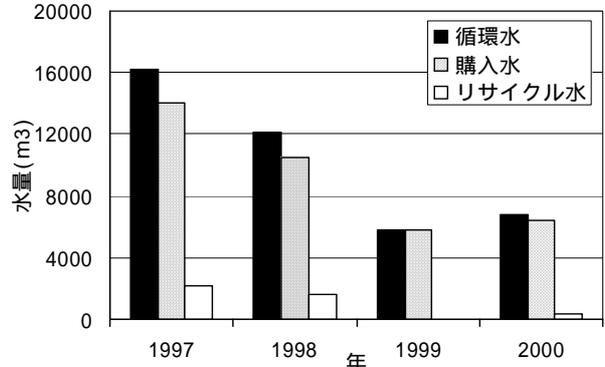


Fig.11 水量の経時変化
Mutation of Water - Circulating Water

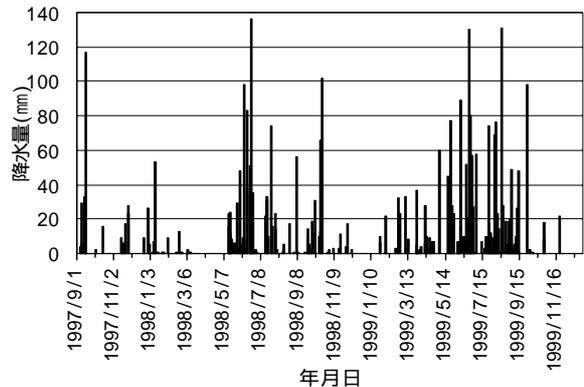


Fig.12 降雨量の経時変化
Mutation of Rain

の800トン以上にすることで、100%に限りなく近づけることが出来る。

4.4 農薬に関する水質調査結果

循環水の内、系外に放流する水の安全性を確認するために、農薬使用後の放流水を採取し調査した。環境庁水質保全局長から都道府県知事宛てに出された「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針」⁸⁾に基づく、放流水の水質調査(36項目)を実施した。その結果、イソプラチオンとフルトラニンの2項目が検出され、その他の34項目は検出限界値以下であった。検出された値を検出値/指針値で表記すると、前者が0.003ppm/0.4ppm=1/133、後者が0.002/2ppm=1/1,000となっており、高い方のイソプラチオンでも1/100以下であり、放流水が環境に与える影響は殆どないことを確認した。

5. まとめ

本報では、G O A Lシステムの概要、造成状況、その後の追跡調査として、床土・芝草の健全性、循環水の健全性等について報告した。ほとんどの項目で、良好な経過を確認することが出来た。造成後5年、竣工後4年の歳月を経て、G O A Lシステムは、国分の現地に合ったシステムへと日々生長し、管理者にとっても利用者にとっても使いやすいスポーツターフを提供している。

国分陸上競技場の昨年の利用実績は、サッカーで67試合、ゲートボール・グラウンドゴルフで7日、市民運動会で5日、加えてJリーグの春季合宿を2月から3月に掛けて25日も使う。これらをサッカーの試合に換算すると、年間141試合にもなる。それに比べ、国立競技場の芝生の年間の利用回数は50試合(1試合2.5時間換算)を目処にしており、Jリーグのホームグラウンドにおいては年間30試合を目標にしているところもある。すなわち、通常の3倍前後の使用にも耐えて良好な芝生を提供している。Jリーグの約一ヶ月の合宿直後の芝生の状況をPhoto.16,17に示す。その頑強さが確認できる。この年間利用回数の多さは、管理を担当されている(財)国分市しみん学習支援公社の担当者の尽力とG O A Lシステムの活用によって為し得たと言っても過言でない。

謝辞

最後に、G O A Lシステムの初採用に始まり、その後の管理・利用にと、愛情を持ってご尽力頂き、また、各種調査に多大な協力をして下さった、国分市の関係者、特に都市計画課、社会体育課、(財)国分市しみん学習支援公社の皆様には、深く謝意を表します。



Photo 16 Jリーグの一ヶ月合宿直後(ゴールエリア)
Healthy Turf after One Month Use of J-league



Photo 17 Jリーグの一ヶ月合宿直後(全景)
Healthy Turf after One Month Use of J-league

参考文献

- 1) 塩田耕三, 他: G O A Lシステム(新スポーツターフ)の開発(その1), 大林組技術研究所報, No.56, (1998.1)
- 2) 高井康雄, 他: 植物栄養・土壌・肥料大辞典, 養賢堂, pp.421~424, (1976)
- 3) 社) 農業土木学会編: 農業土木ハンドブック(改訂5版), pp.130~131, (1989)
- 4) 灌漑用水基準と汚濁水対策におけるその利用: 用水廃水ハンドブック, 産業用水調査会
- 5) 農林省公害研究会: 農業用水基準, 農業土木ハンドブック, 農業土木学会編, pp.170~171, (1985)
- 6) 総理府令第35号: 公共用水域への放流水, 事業所排水基準, (1971)
- 7) 厚生省令第56号: 水道法水質基準, 水道水の水質基準, (1978)
- 8) 環境庁水質保全局長通達: ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針について, pp.102~103, (1997)