

東京都市大学 環境学部

平成 23 年度～平成 25 年度 五島育英基金 教育研究奨励費給付事業

「都市大方式草地転換技術の考案と実践並びに系列校への適応可能性の検討」

# 東京都市大学方式 人工面の再緑地化技術

ハイブリッド芝利用を軸とした、都市における草地転換の総合的技術提案

研究成果報告書（中間報告）



# 都市大方式 人工面の再緑地化技術で 都市環境にも里山のような 生物ネットワークを

東京都市大学 環境学部長  
吉崎 真司

東京都市大学 環境学部の複数の研究室による共同研究として、2011年6月に始まった「人工面の草地転換技術」、およびその実現手法としてのハイブリッド芝研究は、造園工事に精通する企業にもご参加いただいて、非常に裾野の広い産学連携事業へ、そして社会貢献度の高い研究へと成長しつつあります。開始当初は、アスファルト上での透水性確保や生育基盤の厚さ低減など課題も多々あり

ましたが、データからも本研究の有効性を裏付けることができ、今回このように中間報告ができますことを、大変喜ばしく思っております。

本研究の舞台である東京都市大学横浜キャンパスは、21世紀を担う「環境」と「情報」の2つのキーワードを併せ持つキャンパスとして、16年前に緑豊かな港北ニュータウンの一角に誕生しました。本キャンパスは約5haの緑地保全地

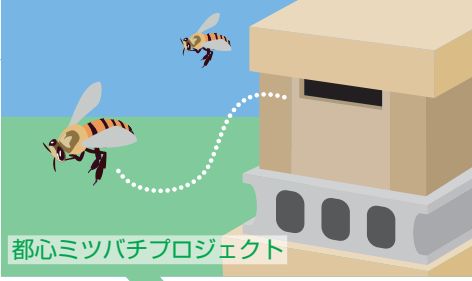
区と造成緑地を有する地域の重要な緑資源であり、また3年前には敷地内にビオトープも造成され、これらが水と緑により有機的に連結できれば、キャンパス内に連続した生物ネットワークシステムが形成される可能性を秘めています。そこで、このキャンパス中央とその外周を奥山、里山、野良、里地、都市に見立て、それらを接続して生物ネットワークシステムの実践的研究拠点としていくことを



自然的なせせらぎや、さまざまな生物の生息するビオトープ

動的な活動に適し、屋外スポーツや祭、イベントなどを行う「遊びの広場」

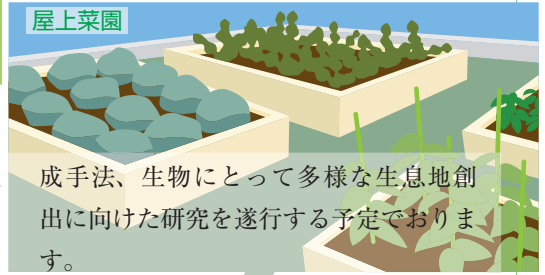
都市空間の人工面を再緑地化するコアとして、「ハイブリッド芝」を活用した芝地の広場を創出し、周辺の都市環境との連続的な生物ネットワークを創造します。コアとなる広場も、芝生のさまざまな特性を活用して、スポーツなどを楽しめる動的な広場、芝のもつ快適な感触、視覚的な癒し要素を大切にした景観などを配します。



都心ミツバチプロジェクト



屋上緑化



屋上菜園

企図しましたが、思えばこれが本研究の始まりでありました。中でも、16年ほど前には丸石や砂利の上にススキが繁る未利用平坦地であったキャンパス東側は、近隣への埃の飛散や林野火災への配慮から一時的に簡易アスファルト舗装を施したものの、有効な活用法が見いだせずにおりましたので、まずここに開放的なオープンスペースを創出し、キャンパス及びその周辺域における緑地とそこに生息する生物の多様性を実現しようと考えました。

また、後で詳しくご紹介しますが、昨今はヒートアイランドやゲリラ豪雨など、人工的に生まれてしまった特異な都市環境が、大きな社会問題になっております。本技術により、大きな負担なく人工面上に草地を再生することができ

ば、都市の暑熱環境緩和や人工環境圧低減に大変大きな効果が期待されます。

そこで、①簡易アスファルト舗装面をそのまま使用するなど、廃棄物を場外へ持ち出さない緑化方法、②埃の飛散など近隣に配慮した施工方法、③除草後の植物残渣の再利用方法、④ヒートアイランド現象の緩和など、環境に配慮した新しい緑化方法の導入などが検討されました。2013年4月現在、研究対象地では天然芝の試験、天然芝と人工芝のハイブリッド型緑地の実証実験、野草生育試験など様々な研究と実証試験が遂行され、有効性検証、そして実現への明るい展望が開けてきています。

今後は更に技術的な課題の解決を図り、「都市大方式」と呼ばれるような、都市における人工面の環境配慮型緑地造

成手法、生物にとって多様な生息地創出に向けた研究を遂行する予定であります。

今後とも、関係各位のご協力をお願い致します。

研究組織

- 【研究代表者】 吉崎 真司 (東京都市大学環境学部 教授)
- 【研究指導教授】 浦井 史郎 (東京都市大学環境学部 教授)
- 【研究者】 大内 瑠美 (東京都市大学 環境学部)
- 植松 新 (東京都市大学 環境学部)
- 高橋 匠子 (東京都市大学 環境学部)
- 増田 千尋 (東京都市大学 環境学部)
- 石黒 雄介 (東京都市大学 環境学部)
- 清水 遼 (東京都市大学 環境学部)
- 【共同研究者】 株式会社 石勝エクステリア 造園緑化事業部
- ゴルフ場事業部
- 積水樹脂株式会社 都市生活事業本部
- スズー・人工木事業部

都市部ビルなどにおける特殊緑化（屋上緑化や屋上菜園、壁面緑化、ビルの屋上でミツバチを生育する「都心ミツバチプロジェクト」などの取り組み）、ビル周辺の街路樹帯とつながるネットワークを創出します。

子育てママさんなど、広場に集う人々のコミュニケーションの創出

こうした広場から、子育て世代のお母さん、高齢者の方々のコミュニケーションや、ジョギングやスポーツなどの健康増進活動、イベントなどの文化的活動が生まれます。このようなアクティビティの創出や、コミュニティデザインも研究の目標に含まれます。

寝そべった感触や、芝のもつ視覚的癒し効果を楽しむ「野辺」的広場

ハイブリッド芝と本研究について

アスファルト面に人工芝を貼り、そこに新たな植栽基盤を形成する「ハイブリッド芝」技術。本研究では、コンクリートやアスファルトの人工面を緑地に転換し、暑熱緩和や雨水排水抑制などの効果をもたらす「ハイブリッド芝」技術を中心に、周辺の緑地環境や生物多様性環境との「緑のネットワーク」を再構築し、人工的な広場を野辺のような「暮しに身近な緑地」へと育てていく、「里山に学ぶ総合的なランドスケープマネジメント」のあり方を提案していきたいと考えています。



ハイブリッド芝 (アスファルト舗装面上に施工)

既設アスファルト舗装面

排水層 (砂利)

排水主管

ハイブリッド芝の外観(左上)とドイツでの実用例(左下)、構造(上)

# 持続的な都市環境の実現と ハイブリッド芝研究

地球全体がこれまでにない人口過密状態となっている今日、地球温暖化、限りある資源、環境破壊などの問題が顕在化しています。そうしたこれからの時代に、人類がこれまでと変わらぬ繁栄をしていくためには、「持続的な社会」の実現が必要不可欠です。また未来の世代に負の遺産を残さないためにも、生活や産業、エネルギーなどあらゆる面で、「持続可能性」という要素は常に考えていかなければなりません。その中でも特に、世界人口の6割が生活する「都市」の持続可能性を今後どのように考えていくかは、重要な命題となっています。

## 気象条件までも特異なものにしてしまった 人工的な都市環境

人々がより自然の多い郊外に快適な生活環境を求め、行動範囲も車により拡大したことなどから、都市は拡大と延伸を繰り返してきました。結果として現代の都市は「自然と共生する」システムそのものが破綻し、人工物が蔓延するものとなってしまいました。

こうした都市のあり方は、実は気候にも深刻な影響を与えています。世界的規模の問題である「地球温暖化」、これは100年間で地球の気温が0.6℃上昇したことが、環境に深刻な影響を与えている状態を指しますが、実はこうした状況をはるかに超える、100年間に平均1℃、都市の一部では2.5℃～3℃もの気温上昇がこの日本で起きていたことは、あまり知られていません。

こうした温度上昇は、本来の地球温暖化とはまた別の要因で引き起こされたものですが、地球環境には同様の悪影響を与えています。すなわち皆が空調を使ったり乗り物に乗ることで発生する熱の放出、また人工的な都市環境がもたらす不自然な反射熱、いわゆる「ヒートアイラ

ンド」と言われるこれらの要因が、一つひとつは小さなものでも非常に多くの数がまとまって、都市の気象条件を大きく引き上げるほどの環境影響になってしまっているのです。このようにして暖められた空気は局地的な対流層を形成し、最近問題になっている「ゲリラ豪雨」の原因ともなっています。これなどはまさに人間が作り出した都市環境が、特異な気象条件を作り出してしまった例に他なりません。

そうした反省から、今まで郊外に広がった都市機能を、「コンパクトシティ」と呼ばれる機能集約型都市へと回帰する



写真1 各地で頻発し、報道などでも取り上げられるようになった「ゲリラ豪雨」。

方向性も、世界的な傾向となってきました。しかし「失われた自然との共生機能を取り戻す」という第一の原則に立ち返った時、我々人間の取るべき手段はむしろ、明確な意思にもとづいて人為的な環境を緩和低減すること、そしてその第一歩として、たとえば「都市に緑地量を増やす」ことなどであると考えます。



写真2 本研究にてアスファルト上に再緑化を行った芝地の様子。上が小区画で行った第一次試験、下がグラウンド全域を再緑化した第二次試験。

## 無理のない形で、自然と人の新たな関係づくりを

この「緑地量を増やす」ためには、大きく分けて、

- ・木がたくさん生えている環境をつくる、
- ・草地を増やしていく、

という2つの手段が考えられます。特に草地については、この30年～40年の間に、自然草地、農地、樹林地など多く存在していた自然面がどんどん剥がされ、

道路やグラウンド、建築物などの人工面へと転換する工事が大規模に行われました。こうした行為が人工的な気象環境を生み出す温床となっていることは間違いないのですが、とはいえ、それにより快適な生活空間を確保し、恩恵を被ってきた我々としては、これら全てを否定することが難しい、ある程度は「必要悪」として受け入れざるを得ない、という気持

## 簡便であることが、環境緑化技術の最重要ポイント

その一つの選択肢として我々は、たとえば駐車場、学校のグラウンドなど、すでに人工面になった広い敷地を簡単に、しかもアスファルトなど人工面の上からでも再度芝地にする技術の開発に取り組んできました。簡便な方法ではありますが、この技術を利用して都市を部分的・選択的に緑に変えていくだけでも、都市微気候の緩和、生物多様性の推進に繋がるものと考えられ、現在はその科学的実証実験を含めた研究に取り組んでいます。

「簡便な方法」と言いましたが、“簡便であること”はこうした環境緑化の最も重要なポイントであると、我々は考えています。

たとえば学校の校庭を緑化したいと考えた場合、「そのための費用は誰が持つのか」、また費用は確保したとしても、「日常の手入れは誰が面倒をみるのか」という現実が、常にそうした理想を押し戻すわけです。校庭の芝生化がしきりに叫ばれ、各地で前向きな取り組みが行われたにもかかわらず、このような議論から途中で行き詰ってしまう例は枚挙にいとまがありません。

ですから、施工も簡単で、ほぼメンテナンスフリーの方法が技術開発されないことには、これまで見てきた地球規模の環境問題から都市の自然までをめぐむ問題が、何も改善しないという懸念があります。そこで一つの提案として、本来は

アスファルトなどで簡易的に舗装している面を剥がして、そこに芝地を作ったものを、最近発達してきた薄層緑化などの技術を活用し、現状の人工面の上に自然面を作ることができれば、簡略でしかも低コストの技術ができるのではないかと考えました。

また、せっかく緑に戻したグラウンドも、放置されてダニや雑草の温床となったり、子供達が自由に走り回れないのでは本末転倒です。そこである程度のメンテナンスフリーや強靭さを実現しつつ、暑熱環境の改善や生物多様性に一定の緩和効果をもたらす現実的な解として、ア

ちをどこかに抱えているのも事実です。こうした矛盾から目をそむけ、不自由を覚悟して生活レベルを過去に逆行させる前提から導き出した答えでは、人々の支持を集め、持続性のある方法として定着させることはできません。それよりむしろ我々は、持続可能な現実的解法として「無理のない形で、自然と人の新たな関係を構築できないか」と考えました。これが本研究のスタートとなっています。

スファルト面に人工芝を貼り、そこに新たな植栽基盤を形成する「人工芝と天然芝のハイブリッド」が有効との仮説を立て、「都市大方式」として実際に都市大横浜キャンパス内に実証実験施設を作り、実験を行ってきました。

中間報告となる現在は、仮説の実証性が裏付けられ技術開発もほぼ完了し、環境にやさしい芝地の造成と管理負担の低減に見通しが立ってきた、ということまでできています。今後は次の段階として、実際に子供達に芝地で遊んでもらったり、メンテナンスの必要度合いを検証しながら、実用に供する技術としての評価を行っていきたいと考えています。

### ● 新たな環境緑化技術の展開例



首都高速 大橋ジャンクション「目黒天空庭園」(立体都市公園制度)  
(涌井による。画像提供：首都高速道路株式会社)

## 「人工面の草地転換技術」 研究から 我々が本当に目指すもの

都市生活環境の新たな可能性は、ここから始まる



### 「人工的環境の改善」と「都市環境研究の基盤整備」2つの使命をもつ研究のはじまり

— この研究の始まった経緯は？

● 涌井：はい。まず背景ですが、例えばこの東京都市大学の横浜キャンパスが所在する横浜市都筑区は、1974年～1996年にかけて、港北ニュータウンの建設という大きな宅地造成事業が行われ誕生したのはご存じのとおりです。そ

の完成前後の土地利用を比較してみると非常に多くの自然面が人工面に転換したことがわかります。開発により自然面が大きく失われる事例は全国に多々あります。

ではこうした人工面が増えたことによるデメリットは自然地の喪失ばかりではなく、微気象にも大きな影響を与えます。自然面では雨水も地下に浸透し、そ

れが蒸発してまた雨に、という自然のサイクルが成立していた訳です。しかしアスファルトやコンクリの遮水面が増えると、雨水の地下浸透も妨げられ、おのずと雨水は一挙に河川に集まってしまいます。こうした大量の雨水を効率よく流化させ、洪水調節を図るためには、河川の容量を大きくせざるを得ず、結果として「三面張り」と称される様な人工化した河川、というよりは排水路を整備せざるを得ない・・・という様に、人工的な環境が積層する状況に至らざるを得ません。いわゆる負の循環ができてしまうわ

けです。その一つが、人工面の増加により発生する都市の暑熱環境の問題です。地球温暖化がもたらす異常気象のミクロな原因の一つであり、ヒートアイランド現象等が典型的な事例です。このような都市の人工的な環境圧、とりわけ暑熱環境の改善と低減ができないのかというのが、まずこの研究の大きな動機です。

都市の中で、例えば学校のような公共的な土地、またその中の校庭やグラウンドなど多目的なオープンスペースをカウントしてみるとかなりの面積になります。もし、この広大な公共的オープンスペースを自然面に戻すことができれば、暑熱等の環境圧低減に大きな効果が期待できます。しかしながら、自然面に戻すと言う事は必然的に管理が不可欠となり、その人的負担、金銭的負担をなるべく軽減しながら、持続的に行えるような仕組みを追求しつつ、動機を充足できる方法はないのかということから、今回の研究が始まりました。

●吉崎：それともう1つ、これは涌井先生ともよくお話をしますが、この横浜キャンパス、中でも現在ハイブリッド芝の研究を行っている未利用地は、港

北ニュータウンの建設で減少した自然と、その周辺に残っている緑地をつないでいくことを考えた場合、非常に良いポジションにあるんです。それが現在は簡易アスファルトになってしまっているもので、できればここを緑地化して、研究の一環として、都市における「緑のネットワーク」を考えていきたい、ということも動機としてあります。

この横浜キャンパスにある環境学部では、奥山・里山・里地等の研究が盛んに行われていますので、このハイブリッド芝の研究を端緒として、新しくできた芝地をビオトープなどキャンパス内の他の研究と接続していく、地域とも接続を考えていく、そして将来的にはこの横浜キャンパスを、里山研究、そして里山に学ぶ都市環境の研究拠点としていく構想が、本来のスタート地点であったともいえます。

●涌井：吉崎先生も私も、もともとランドスケープに関する研究者なのですが、ランドスケープとは空間デザインのみならず、ある種のコミュニティデザインでもあるのです。ですから里山に学ぶ

構想は常に前提としながら、コミュニティデザインにも寄与しうる効果が、今回の研究過程で出てきています。

研究を実施しているフィールドは、これまでホコリや雑草の種が舞い、それを抑止しようとした簡易舗装もまた黒々とした人工面であり、夏期には蓄熱し、周囲に熱放射を生むなど、近隣の住宅地の皆様にご迷惑をおかけしていた節がありました。ところが研究プロセスとしての全面芝生化を行ったことから、景観もよくなり、多くの鳥や小動物が飛び交うなどの現象が生まれ、逆に周囲の方から評価の声が上がってきたのです。散歩を楽しむ方々も増えてきました。これは我々も当初は想定していなかった効果ですね。

●吉崎：そういえば、あの景観が気に入って引越してこられた方もいて、驚きましたね。生活環境としては、非常に大きな改善があったと思いますし、そんな声を聞くと、グラウンドや空地の再芝生化というのはコミュニティデザインの観点からも、実は我々の想定する以上に意義のあることではないかと思えてきます。

## 日本や世界でのハイブリッド芝研究の状況と都市大方式の位置づけ

—— こうした研究は、日本国内、および世界でも同様に研究されていると思いますが、都市大方式の特徴および位置づけは、どのようなところにありますか？

●涌井：まず世界の研究状況ですが、同様の悩みにさらされている国は非常に多く、再緑地化もいろいろな形で研究されています。中でも競技場に使用される仕様の基準が高度であり明快である「スポーツターフ」の要求品質をどのように実現するのが大きな課題となります。とりわけ欧州の国々では牧草の品種改良に歴史があり、そこからサッカーグラウンドやゴルフ場等のスポーツターフに適した芝種の育種が盛んになりましたが、

降雪や天候の激変に対応でき、さらには競技場のように踏圧が激しい条件では、天然芝での再緑地化はなかなか難しいのです。そこで人工芝の品質改良が盛んとなり、天然芝に代わって多用されるようになりました。生物多様性を重視しているヨーロッパ、特にオランダ・ドイツなどでは、スポーツターフとしての要求品質と生物多様性の尊重の双方に現実的に対応できる手段として、「人工芝と併用する」つまりハイブリッドですね。そうした発想で研究が行われ始めており、実際そうしたグラウンドも試行されつつあります。一方、アメリカのように「人工芝なら人工芝でいいのでは」と割

り切った国もあります。

日本国内ではどうかというと、我々が最先端の研究を行ってきた自負があったのですが、ちょうど昨年、練馬区の「ねり芝」というハイブリッド芝生らしきものの存在が突然報道され、ビックリして練馬区の方に聞きに行ったことがありま



したね(笑)。とはいえ、これもよくお聞きしますと、テーマとしては立ち上がっているけれども、まだ具体的評価や技術的な蓄積はないとのことで、今後は都市大方式も評価手法や調査データ、また技術のサプライヤーとして、このプロジェクトに関係していく可能性もあります。

●吉崎：ねり芝の報道にはビックリしましたね。ところで再緑地化の方式については、元は私も「天然芝生化」という方向性を意図していたのですが、アスファルトを撤去しないで再緑地化を行う場合、天然芝だとどうしても15cmほどの厚さの脚土が必要になりますから、踏圧など条件が厳しいところでは、耐えられないかもしれません。その点、ハイブリッド芝というのは課題解決の上で非常に有望な技術ではありますが、特性上は天然芝のほうが良い場合も少なくありませんから、ハイブリッド芝と天然芝とをうまく使い分けていく必要があると考えています。

●涌井：そこはまさに吉崎先生のご指摘の通りで、この点よく誤解されるのですが、「ハイブリッド芝」の発想および技術とはあくまでも再緑地化の課題を解決する一手法として出てきたものであり、「都市大方式の再緑地化技術」にとっても、それを構成する手法あるいは要素の一部にすぎない、と考えています。

都市大方式の定義は「再緑地化を図る上で、一定の利用上の機能を担保し、かつ人的管理の省力化を図りながら、可能な限り自然の形質を重視した緑地を造成し、その結果、地域のエコロジカルネットワークの構成や人為的な暑熱環境改善に寄与できる草地化の実現手法」であり、ハイブリッド芝の研究そのものを指すではありません。それでも、天然芝、ハイブリッド芝ともに、自然面を構成する草種や人工芝などの人為的素材と天然芝の品種の組み合わせは非常に多岐にわたり、それぞれ特性も大きく異なります。それらをオープンスペースに要求される機能や条件ごとに最適に使い分ける。そのための技術やノウハウの蓄積そのものが「都市大方式」の中核的技術だと位置付けています。

●吉崎：ノウハウの蓄積についていえば、私も天然芝研究の中で雑草に悩まされた経験から、天然芝と人工芝をうまく混ぜ合わせれば管理の省力化に役立つのでは、という思いをかねてより持っていました。しかし実際には、それでも雑草は生えてしまい、克服しなければならない課題は少なくありません。そうかと思うと逆に、クッション性についてはむしろ雑草が生えたおかげで良くなったと感じる部分もありますし、また研究の過程で出てきたゴムチップを混入する方式なども、クッション性改善には非常に高い

効果を挙げています。

ハイブリッド芝も、もとはアスファルト上に人工芝があるだけの、非常に硬い感じのものでしたが、いろいろな条件を試していくことで、よりニーズにあったものになりますし、そのためのノウハウの蓄積は非常に重要だと思えます。芝や自然環境は、工業製品を扱うような画一的な発想では、その特性を充分引き出すことはできません。我々もこの研究を通じて芝の特性をよく学び、さまざまな条件を試すことにこそ意義があるのではうね。

●涌井：そうですね。草地化の研究の中では、世界的に踏圧と耐久性、そしてその延長線上にあるメンテナンスが常に課題となっていますが、この解決の方法としても、一つにはそうしたストレスに適合した”草種を見出す”ことが重要です。また目的が明確な場所、スポーツ施設、景観が重視される場所ではまず天然芝なのか、ハイブリッドなのかが問われますし、その条件に適合したハイブリッドなら芝種はどうするか？ 断面構造はどうか？ 造成の方法は？ メンテナンスの頻度は？ 等々、多くの選択肢の中から最良の組み合わせを選んでいかなければなりません。

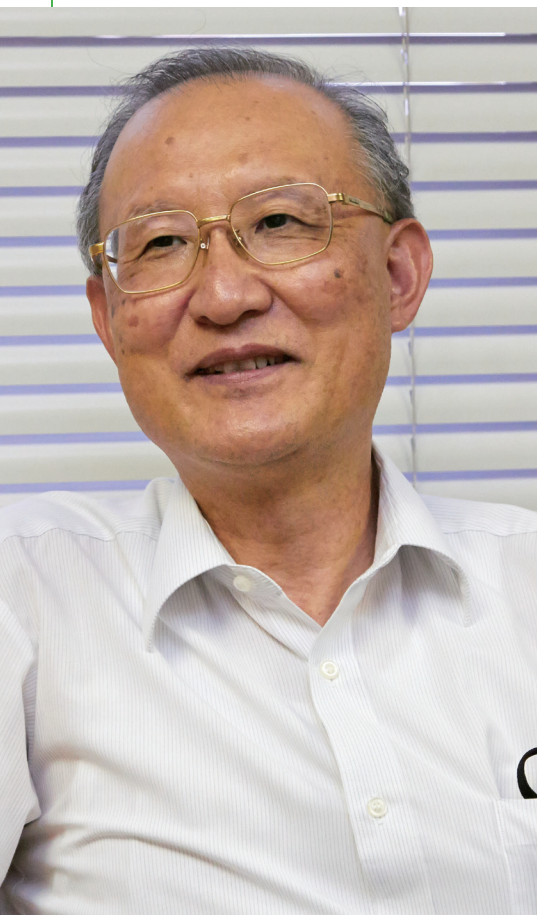
ですからおのずと研究も、課題に対して「○と×を組み合わせると△になる」という組み合わせをひたすら試していく、化学における触媒の研究などに近いイメージとなります。

●吉崎：芝も種類によって性質は全く異なりますからね。こうしたコンセプトで研究を行っているところは、他にこれまであまり例がないように思います。

## 「目指すもの」を共有、理想的な産学連携研究を実現

●涌井：今回の研究では、再緑地化やハイブリッド芝の有効性が確認できましたが、もう一つ大きな成果として、非常

に理想的な形で「産学共同研究」に発展した、ということも挙げられるかと思えます。今回は石勝エクステリアさんに実



吉崎 真司 教授



験区の造成と天然芝の選定・評価で、また積水樹脂さんに人工芝の選定で、それぞれご協力いただきました。

通常、大学と企業、また企業同士では思惑や最終到達点のイメージが違いますから、大学が主導的立場で、そうした企業戦略上の差異をいかに共通認識としてまとめるかは、常に頭を悩ませる問題です。こうした研究プロジェクトでは、学内の教授陣の間ですら、方向性のすり合わせが難航することがあります。今回は研究の入口の部分から、教授陣、企業とも研究目的やそれぞれの役割が共通認識化されており、大変スムーズに研究が行えました。

●吉崎：そうですね。それはまあ得意分野の棲み分けがうまくいったのもあるんじゃないかな？ もし涌井先生も僕も、同じ芝生の研究をしていたら、お互い知らんぷりしていたかもしれないけど（笑）。

●涌井：アハハ、それはまあ、研究者の本能みたいなものですからねえ（笑）。まあ冗談はさておき、一つには単な

る技術の研究だけに終始せず、都市大横浜キャンパスの研究拠点としてのあり方、また今後目指す方向性という議論にまで昇華できたことが大きかったと思います。それともう一つは、参加したメンバー全員が共通して、「ランドスケープ・アーキテクト」であったということですかね。つまりランドスケープ・マネジメントをどうするかは、我々全員にとって共通の課題でした。こうした点は、今後の研究プロジェクトでも参考にすべき点ですね。

●吉崎：そうそう、まさにそれなんですよ！ もしそうした方向性を共有していなければ、成果として芝生がポツンとあるだけの、単なる技術だけの話で終わっていたでしょう。もちろんそれも悪くないのですが、我々は素材屋ではありませんから、むしろ個々の技術なり要素なりが、全体の中でどう位置づけられていくかを考えることにこそ意味がある。今回はその共通認識が教員間、産学連携のいずれにおいても理想的な体制作りに結び付いたわけですから、これは大変大きな成果だと言えますし、そうしたス



涌井 史郎 教授

ケール感を持った研究なんだということも、ぜひご理解いただきたいですね。

## ハイブリッド芝の実現は、 この研究の第一歩に過ぎない

—— 研究の今後の方向性、またこの技術を真に都市環境の改善に役立てていくには、どのようなことを考えていくべきかについて、お聞かせください。

●涌井：吉崎先生も私もこだわりたいのは、やはりダイバーシティ（多様性）なんです。つまり、種の多様性が生物社会学的に安定をもたらす、というのが、我々の共通認識なんです。一方、芝は単種として生育するモノカルチャーの植物ですから、それだけで多様性は生まれません。昔の里地・里山でいえば、ハイブリッド芝は単一種の、ちょうど「麦畑」のような存在をイメージしてもらえばいいと思いますが、生物社会学的な安定の

ためにはその周りに種の多様性、ダイバーシティの高い空間をいかに作るかが重要なんです。これも今後の課題と言えるでしょう。

●吉崎：昔は森林の中にも、草原的なオープンスペースなどいろいろな場所がありました。それをまったく同じに復元することは無理ですが、都市の中にも同じ機能を持たせた場所がいくつかあれば、その分だけ多様になるし、芝生もその中で本来の機能を果たしていけると思っています。これからの都市環境はそうしたあり方を学んでいくべきですし、そうした多様な環境をキャンパス内にも作ればと感じています。また将来的にハイブリッド芝を学校のグラウンドなどに展開

するにしても、「グラウンドを芝生に転換する技術」だけを普及させるのではなく、芝生とそれを取り巻く周辺環境をトータルで提案する、それが都市大方式としてのベストなあり方だと思えますね。

●涌井：そういう意味では、このハイブリッド芝生の技術をより深掘りしていく研究というのももちろんあるかと思いますが、我々はそれよりむしろ、ある成果を拡大しながら、全体として理想的なものにまとめていくという方法論を取っているとと言えます。そんな思いを皆で共有しつつ、まずはその一段階として、ハイブリッド芝の個々の技術課題に取り組んでいきたいと考えています。■

# 「都市大方式人工面の草地転換技術」 研究概要

2011年7月より具体的な実験・計測が始まった「都市大方式人工面の草地転換技術」研究は、徐々にその規模を拡大しながら、アスファルト面を残したまま草地転換を行う手法の有効性、またハイブリッド芝のいくつかの効果について、従来施工法や天然芝面との比較を行い、検証を重ねてきました。ここではまずその前提となる実験条件について明記し、続いてそれぞれの検証成果について、卒業論文や産学連携研究報告などから概要をご紹介します。

## 1 実験場所

東京都市大学横浜キャンパスグラウンド (3851.9m<sup>2</sup>、全面アスファルト)

## 2 調査・計測期間

### ■ 第一次試験

(2011年7月26日～2012年1月5日)

東京都市大学横浜キャンパスグラウンド内北部に、1区画4m<sup>2</sup>(2,000mm×2,000mm)の試験区画を6区画設置し、芝種、生育条件等をそれぞれ変えて(表1、表2参照)実験を行った。

### ■ 第二次試験

(2012年5月18日～2013年1月15日)

第一次試験の結果を元に、グラウンド全域にハイブリッド芝を養生。

## 3 試験区について

工事費削減及び環境負荷低減を目的に、既存アスファルト(As)面上に芝生施工を行う方式を採用、従来のAs面撤去後施工時との効用を比較した。

### Point

アスファルト(As)撤去量および廃棄量(1試験区あたり)

排水主管を埋め込む暗渠管上部のみ撤去容積量は、従来方式と比較して以下ようになった。

As面撤去後芝生施工(従来方式)	0.040ℓ
既存As面上芝生施工(新方式)	0.008ℓ

この結果から、As面上の施工では、従来の草地転換手法の1/5のAs撤去・廃棄量で草地転換が行えることがわかった。工事費の削減、As面撤去による環境負荷低減につながる事が期待される。

## 4 実験の概要

### ■ 第一次試験

公益施設において人工面から緑地面への移行が浸透していないことから、問題・課題の把握を行い、その解決策を考えた上で最も効果的な芝地造成手法を明らかにすることを目的とし、研究を行った(大内)。

研究方法は、既存アスファルト面上への芝生施工、土地利用目的に適した芝種の選定とし、暑熱環境の変化、芝の生育状況の調査をした。また、暑熱環境の変化を調査するため、サーモレコーダーを用いて地表面温度、近傍気温の計測を行った。

### ■ 第二次試験

上記の大内の研究結果から、2012年度では実験区を拡大し、都市大方式によって芝生化をした場合の影響について以下の3つの研究を行った。

- ・都市大ハイブリッド芝生を用いた校

庭緑化による暑熱環境への影響の研究(植松)

- ・工法別装置における侵入性草本類の季節的消長と生物蝟集効果の研究(高橋)
- ・都市大方式ハイブリッド芝生が与える生理的・心理的効用(増田)

## 5 測定機器

- ・サーモレコーダー：エスベック社 温湿度計 RT13  
地表面温度、近傍気温の計測に使用。計測期間中5分毎に計測。
- ・サーモカメラ：NEC AVIO F30S  
実験区暑熱環境の視覚化に使用。3号館 East 棟 7F バルコニーより撮影。
- ・土壤水分計：Delta-T Devices type HH2、大起理化工業社 DIK-330B  
土壌含水率を計測。冬季における凍結・融解時の実験区にて使用。
- ・携帯型唾液アミラーゼ活性分析装置：ニプロ社ココロメーター  
緑のストレス緩和効果を評価するため、自律神経反応の指標として、唾液腺におけるαアミラーゼ分布(唾液アミラーゼ)の活性評価に使用。
- ・POMS(環状プロフィール検査)診断用紙、SD調査表  
緑化による心理的影響として、感情尺度を用いた一時的な感情、空間の視覚的効用の測定に使用。

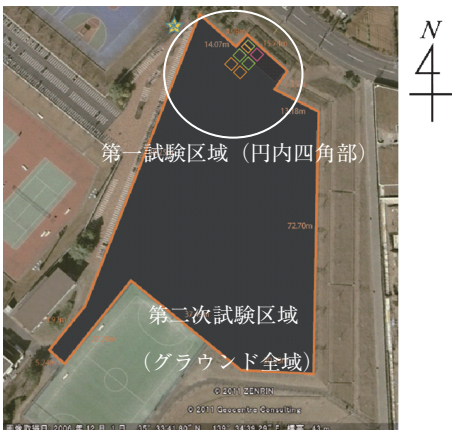


写真1 試験区域全景

表1 第一次試験の条件一覧

	芝種	アスファルト舗装面
1	西洋芝、日本芝	×
2	天然芝&人工芝の混合	○
3	西洋芝	×
4	西洋芝	○
5	日本芝	×
6	日本芝	○

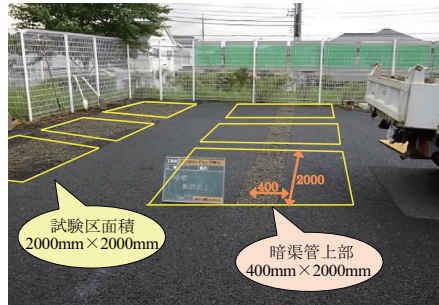
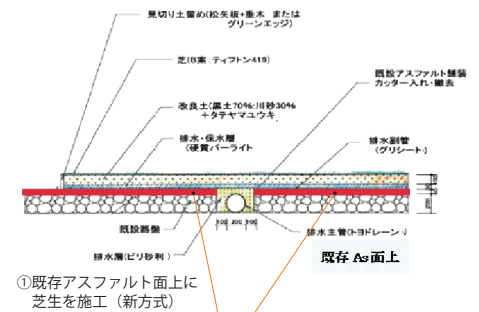


写真2 第一次試験区域拡大図(左列がAs面全撤去、右列が暗渠管上部のみ撤去)

表2 各区画の芝種詳細

ハイブリッド区画	パミューダグラスリビエラ 学名:Cynodon dactylon "Riviera" イネ科シバ属 (パミューダグラスの改良種) + 積水樹脂社 ドリームターフ 毛高55mm (人工芝)
西洋芝区画	ティフトン419 学名:Cynodon dactylon Tifway イネ科シバ属 (パミューダグラスとアフリカギョウギシバの交配種)
日本芝区画	エルトロ 学名:Zoysia japonica Stud イネ科シバ属 (ノシバの改良種)



既存アスファルト舗装

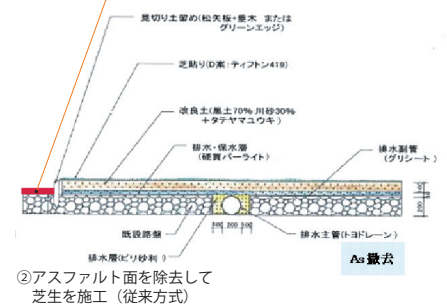


図1 各芝生施工方法の断面図



エスペック社温湿度計 RT13



NEC AVIO F30S



大起理化学工業 DIK330B



ニプロ ココロメーター



POMS 診断用紙

写真3 使用した測定機器

コラム

変容した港北ニュータウン周辺地域の緑被地

研究の必要性を示す一例として、例えば東京都市大学横浜キャンパス周辺を取り巻く港北ニュータウン周辺地域では、図のように緑被地が大きく変容しています。

図左の港北ニュータウン造成工事開始前(1974年)は、全体的に公園・緑地、田、畑・農地等(緑で表示)が大半を占めていましたが、2005年の港北ニュータウン計画完了後(右)には、道路整備や区画整理により、緑地が減少・散在していることがわかります。

また港北ニュータウン周辺の都筑区、青葉区、緑区、港北区、4区でも、自然緑地面が後退し、人工面が増加しました。とりわけ1975年の造成工事開始直後と1997年の計画完了後には、約2,000haの緑被地が失われ、また都筑区においても1997年から

2009年までの12年間で約130haの緑被地が失われました。

そこで、港北ニュータウン2550haにおける全教育機関32校のグラウンド面積を仮に全て緑化すると、1つの校庭面積を1haと仮定して32haの緑被地が増加します。これは港北ニュータウン全体の1.26%にあたり、暑熱環境の緩和、生物蛸集効果、自然緑地面増加によるエコロジカルネットワーク形成に貢献することができます。

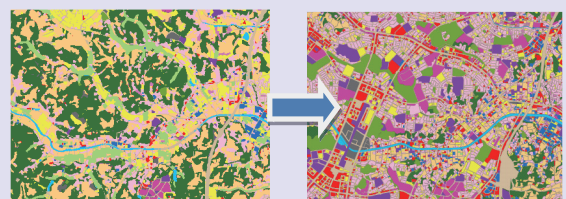


図1 土地利用情報画像 港北ニュータウン中心部(左:1974年、右:2005年)

# 簡易アスファルト舗装面の透水能が芝生の生育に与える影響

今回の「人工面の草地転換手法」研究の前提となる基礎実験として、アスファルト舗装面に芝の生育が可能な透水能があるか、また雑草が生えている箇所など条件の変化によって透水能に変化があるか、検証を行った。

アスファルト面の草地転換にとって、排水経路の確保と芝の根腐れ防止は重要な課題となるが、本実験によって、現在検証を行っている未利用地の簡易アスファルト面での芝の生育が可能であることが確認された。

吉崎真司研究室  
石黒 雄介・清水 遼

## 1 研究目的

近年、地表面被覆の人工化や緑地の減少などが都市の高温化の一因となっているが、その対策として、屋上緑化や壁面緑化等が挙げられる<sup>1)</sup>。都市では限られたスペースの中で、より多くの緑化を進めていくことが求められている。

本校のアスファルト舗装地では、芝生を用いた緑化をする計画があり、その際にアスファルトを剥がす従来の施工法ではなく、アスファルトを剥がさずに基盤を設置することで芝生化が可能か実験を行うこととした。

芝が生育する際の条件として、排水、土壌や踏圧等の問題点がある。特に芝は水の排水経路を確保しなければ、土壌中に水分が溜まり、芝に酸素が行き渡らなくなり、根腐れを引き起こす可能性が高い。そこで本研究では、アスファルト被覆面の透水能に着目し、透水係数を用いることにより排水方法を検討することを目的とした。排水方法とは基盤の下のアスファルト面に穴を開けることを想定した。

## 2 研究地概要

研究対象地は、東京都市大学横浜キャンパス フットサルコート横のアスファルト舗装地である。

### (1) 実験方法

研究対象地のアスファルト舗装面に芝の生育が可能な透水能があるのかを把

握するため、浸透能実験を行った。実験では、9cm、12cm、15cmの円筒をアスファルト舗装面上に粘土を使用して固定し(図1, 2)、その中に水を流し込み、時間の経過と筒内の減水深を測定した。また、様々な条件下でのデータを集めるため、アスファルトから雑草が生えている箇所、広葉樹林下の未攪乱土壌、円筒を埋め込むことによる側方方向への水の浸透を遮った状態(図3)、などの条件も加えて行った。

## 3 研究結果

### (1) 浸透能実験

各円筒に高さ30cmまで水を入れ、時間の経過とともに浸透した水量の変化を示した(図4, 5, 6)。

円筒直径9cm、12cm、15cmごとに水位の変化を比較した結果、9cmと15cmの1回目と2回目は透水能がほぼ同じ値を示した。また9cmと12cmでは透水するのに約2倍の時間が掛かった。

筒の直径15cmにおいては、1回目と2回目では類似した結果が得られたが、3回目以降は、浸透能が1、2回目と比較して大きく低下する傾向を示した(図6)。

### (2) 透水係数

円筒に入れた水がアスファルトに浸透する時間経過における変化を表1に示した。

表より、浸透能を透水係数として換算すると、透水係数 = 高さ / 浸透にかかっ

た時間で表現できる。表1の高さ30cmの3回の平均263秒で割ると、

$$30/263=0.11=1.1 \times 10^{-1}$$

となり、表2から本学のアスファルト地は、砂礫のデータと変わらない透水能力を持っていることが確認できた(表2)<sup>3)</sup>。

## 4 考察

円筒直径15cmの3回目以降の浸透にかかる時間に極端な変化が起きた原因は、円筒の直径の違いによる水量の違いで、上が持つ保水能力の限界を超えてしまったことが考えられる。

透水能実験ができないほど透水性の低い箇所には排水の穴を設ける必要があるが、透水性が高い箇所にはアスファルトの上に基盤を置いて芝生を生育させることが可能であるとわかった。

### 【主要参考文献】

- 1) 森山「ヒートアイランドの対策と技術」、pp.93、久芸出版社(2004)。
- 2) 石丸ら「保水性舗装の路面温度上昇抑制効果」pp.31-34(2007)。
- 3) 地盤工学会「土の透水試験方法」、pp.1-7。

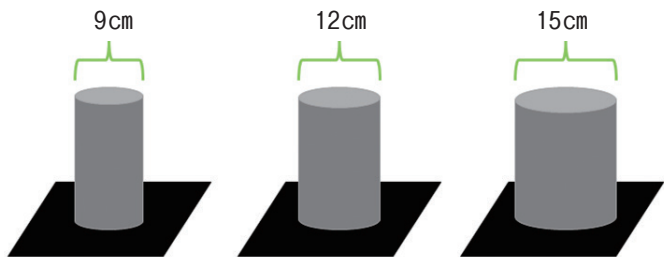


図1 筒の設置イメージ

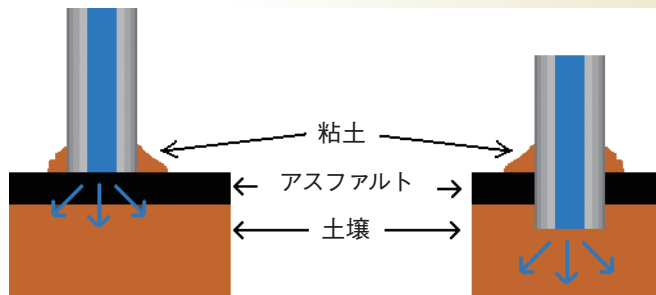


図2 側方浸透無

図3 側方浸透有

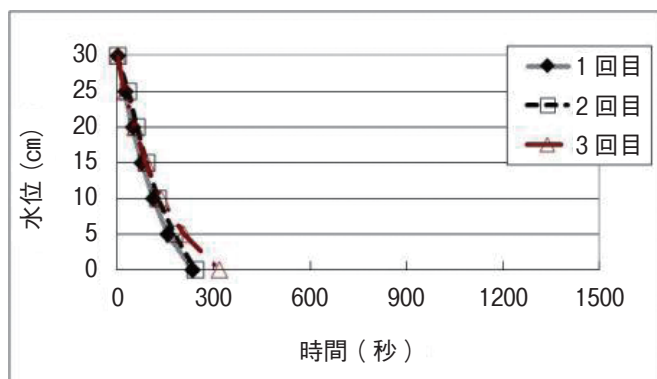


図4 浸透実験 筒直径 9cm



写真1 研究対象地 (引用: Google map)

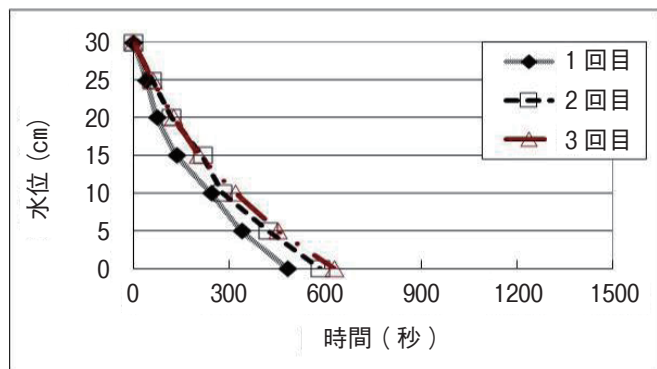


図5 浸透実験 筒直径 12cm

表1 浸透する時間経過 (s) (筒直径 9cm)

水頭の高さ (cm) \ 回数	25	20	15	10	5	0
1	23	47	76	111	157	232
2	34	61	90	126	177	242
3	23	55	89	135	206	317

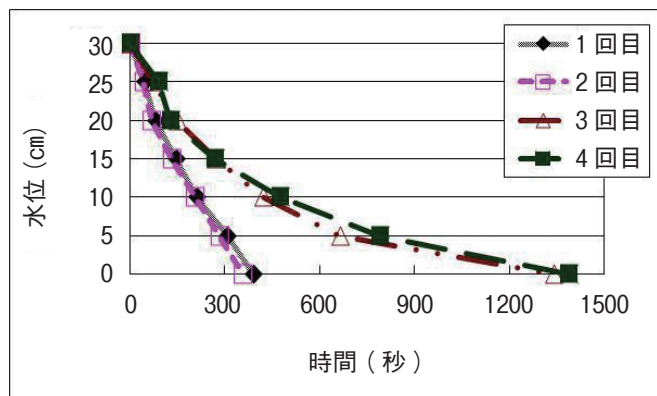


図6 浸透実験 筒直径 15cm

表2 透水係数適応表

土類	粘土・シルト	砂質	砂	砂礫
能力評価	低い	中位	良	高い
透水係数	$>10^{-5}$	$10^{-5} \sim 10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$

# 公益施設における人工面への効果的・持続性のある草地転換手法の研究

天然芝・人工芝混合によるハイブリッド芝の構造特性が、既存グラウンドやアスファルト（以下 As）に比較して、効果的に熱環境の負荷軽減をもたらし、天然芝に近い熱環境を再現できるか検証を行った。2011(平成 23)年の予備実験では小実験区を設定し、既存アスファルト除去の有無が生育や温熱環境にもたらす影響の比較、ハイブリッド芝の効用などを検証したところ、猛暑日には天然芝面、ハイブリッド芝面とも As 面に比べ 10℃以上の低減効果が確認できた。また As 面撤去の有無については大きな差異が認められず、ハイブリッド芝、As 上の芝生とも天然芝並みに緩和された温熱環境を得られることを示した。

涌井史郎研究室  
大内 瑠美

## 1 研究背景

近年、都市における暑熱環境悪化が問題視されている。原因として自然緑地面減少と人工面（アスファルト舗装面（以後 As 面））増加が挙げられる。そのような中で人工面の緑化によるヒートアイランド対策が検討されている。現在も人口の過密化が進み、人工面が増加している都市部では新たに緑地をつくり出すことは困難である。その中で公益施設における人工面（小中学校の校庭や駐車場など）は都市において広大な面積を有し、更に各地域に拡散して存在している。また、教育施設は社会の先導的な役割を担うという観点からも自然緑地面に転換させることがヒートアイランド対策に有効であると言える。

## 2 研究目的

地球温暖化が騒がれているにも関わらず、公益的施設において人工面から緑地面への移行が浸透していない問題の把握をするとともにその解決策を考え、立証する。

現在考えている問題点・課題は以下の点であると考えられる。

- 芝生化工事費が高額
- 既存 As 面撤去工事による環境負荷
- 芝刈り、散水などの管理の手間
- 芝生・管理に対する専門的知識の不足
- 頻繁に使用し強度の踏圧がかかる

ため、芝生が擦り切れて剥げたり枯れたりする

- 養生中は芝生内に入れない（使用できない）

これらの問題点・課題を解決するため今回この研究では以下のことを検討する。

- 既存 As 面上への芝生施工  
工事費削減及び環境負荷削減が見込まれる。従来の As 面撤去による芝生施工時との効用の比較を行う。
- 土地の利用目的に適した芝種の選定  
管理の手間の削減、芝生・管理に対する知識不足、芝生の擦り切れ防止が見込まれる。複数の区画を観察することで芝種の特徴を比較する。

これら検討のため異なる複数のタイプの試験区の成長の経過や暑熱の緩和効果を観測・計測し、最も効果的な芝地造成手法を探ることを目的としている。

（※芝生の踏圧による影響に関する実験は次年度以降に引き継ぐ）

## 3 研究方法

### (1) 区画説明

東京都大学横浜キャンパスグラウンド内北部に 1 区画 4m<sup>2</sup> とし、6 種類の区画を設置した。区画概要は表 1 のとおりである。

西洋芝：ティフトン 419（バミューダグラスとアフリカギョウギバシの交配種）

日本芝：エルトロ（ノシバの改良品種）

天然芝（人工芝併用）：バミューダグラス・リビエラ（バミューダグラスの改良種）

### (2) 観察期間

平成 23 年 7 月 26 日～平成 24 年 1 月 5 日

### (3) 使用器具

- サーモレコーダー（エスペック社・温湿度計）
- サーモカメラ（NEC AVIO F30S）

### (4) 観察事項

- 暑熱環境の変化（各区画の比較）
- 芝の生育状況（As 面上部 / As 面撤去の比較）
- 生物蜻集効果

### (5) 計測方法

- サーモレコーダーによる地表面温度と近傍気温の計測：観察期間中、継続的に常時 5 分毎に計測を行い、記録する。各区画において地表面（地表 0cm 地点）=1ch、近傍気温（地表 10cm）=2ch の 2 点にて計測。芝種や As 面上部 / As 面撤去等区画条件別の暑熱環境変化の差異を明らかにすることを目的とする。
- サーモカメラによる放射温度環境の計測：3 号館 7 階 East 棟バルコニーから画像を記録する。地表面温度の変化を可視化させることでよりわかりやすく暑熱環境を提示する役割を果たす。

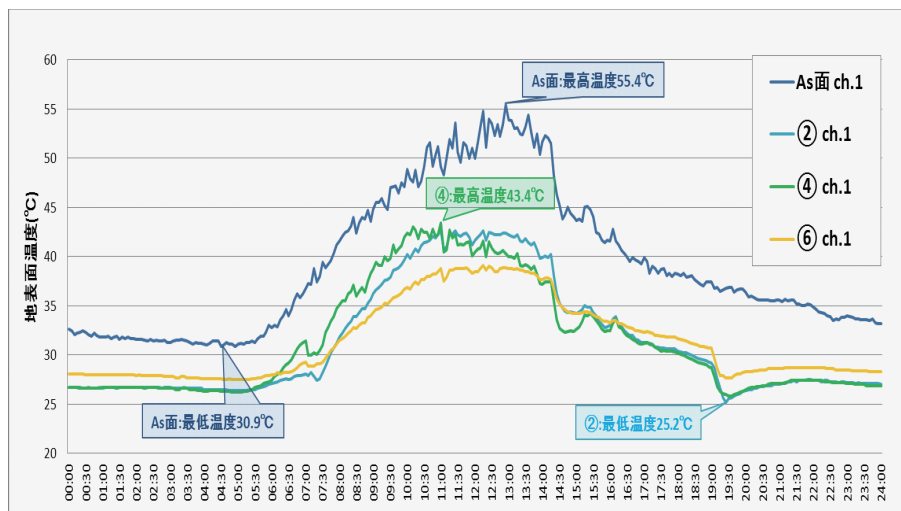


図1 AS面及び緑化面の地表面温度の比較

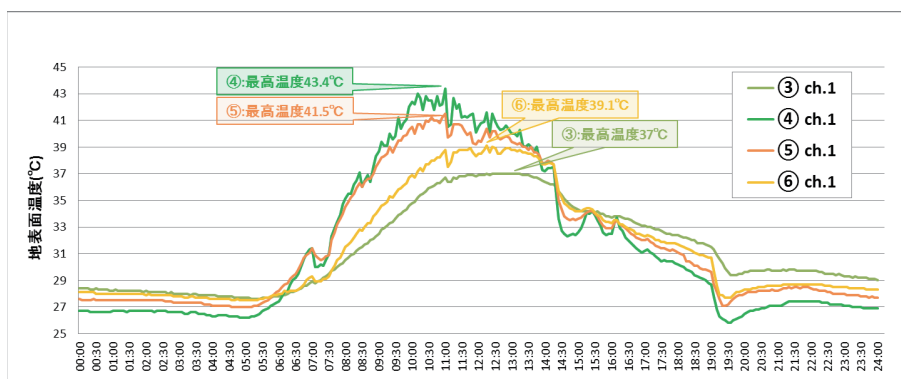


図2 AS面上芝生及びAS撤去面上芝生の地表面温度の比較

表1 区画概要

	芝種	アスファルト舗装面
1	西洋芝、日本芝	×
2	天然芝&人工芝の混合	○
3	西洋芝	×
4	西洋芝	○
5	日本芝	×
6	日本芝	○

表2 芝の成長量

	芝種	As面	刈芝量
1	西洋芝	×	4g
	日本芝	×	24g
2	天然芝 & 人工芝	○	0g (微量)
	西洋芝	×	28g
3	西洋芝	×	20g
4	西洋芝	○	64g
5	日本芝	×	60g
6	日本芝	○	

## 4 研究結果

### (1) 暑熱環境の変化

(最高気温日：平成23年8月11日)

#### (i) AS面と緑化面の比較 / 芝種による比較

As面最高温度は12時55分に55.4℃を記録した。一方で、As面撤去の緑化実験区では同時刻で40.3℃であり12℃の差があった。夜間のAs面は蓄熱状態となり、最低温度が30.9℃と緑化面を下回ることがなかった。

芝種による比較では、日本芝は他に比べ温度は上昇しないが蓄熱が大きいため夜間の温度が一番高くなっている。最低温度を記録したのは天然芝&人工芝の混合の25.2℃で、グラフの形状は西洋芝と似ている。しかし西洋芝よりも低温度の時間帯が多く、最高温度も低い(図

1)。

#### (ii) AS面上芝生面とAS撤去面上芝生面の比較

西洋芝はAS面上芝生面最高温度がAS撤去面上芝生面より高い43.4℃を記録。しかし日没後は温度が下降し、AS撤去面上芝生面を下回っている。

日本芝はAS面上芝生面の最高温度が39.1℃であり、AS撤去面上芝生面よりも2.4℃低い(図2)。

#### (2) 芝の成長量

AS面上の芝生は芝種に関わらずAS撤去面の芝生よりも刈草量が少なかった。日本芝は西洋芝よりも刈草量が多かった(表2)。

#### (3) 生物蜻集効果

平成23年10月13日午前11時に実験区内において生物採集を行い、コモリグモ、ナナホシテントウ、ハサミムシ等の

生物14種が確認できた。

## 5 考察

AS面上芝生面はAS撤去面上芝生面と比べ温度が高い部分が見られたが、夜間放熱効果も見られヒートアイランド対策効果として期待できる。

天然芝&人工芝の混合は他の芝生と同程度の温度を記録し、芝刈量が少量で済み管理が容易である。また、擦り切れに強い校庭に最適である。

#### 【主要参考文献】

- 1) 屋上開発研究会「屋上緑化/設計・施工ハンドブック」, マルモ出版, 2009
- 2) 気象庁ホームページ <http://www.jma-net.go.jp/yokohama/>

# 都市大方式ハイブリッド芝生を用いた校庭緑化による暑熱環境への影響の研究

ハイブリッド芝区と天然芝区の温度水位の実測値から、前者は人工素材の「熱しやすく冷めやすい」熱伝導特性による特徴が表れた。また後者では霜柱が発生したのに対して、前者ではそれが認められず、グラウンドの競技性能維持に有用な知見を得た。霜柱の発生は、毛管現象の起こりやすさが影響すると考えられるが、ハイブリッド方式では、基盤を構成するゴムチップなどが毛管現象を抑止し、氷点下に達しても霜柱が発生しにくくする水分特性を再現していることを論証できた。

涌井史郎研究室  
植松 新

## 1 研究背景

近年、教育機関の環境問題への取り組みの強化、スポーツ活動の安全性の向上や校庭緑化に対する補助金制度の整備により、学校校庭の芝地化が普及し始めている。校庭緑化を行うメリットは多岐にわたる。しかし芝地化による管理の手間や管理費用の問題、養生期間中は校庭を使用することができないといった問題点も挙げられる。

このような問題点を解決するために「公益施設における人工面の効果的・持続性のある草地転換手法の研究（大内,2011）」では既存アスファルト舗装面（以下As面）を撤去せず、直接緑化を行った工法を従来の複数の工法と比較・検討している。その中で人工芝と天然芝を混合した「都市大方式ハイブリッド芝生」を提案し、天然芝と人工芝が混合している場合でも天然芝のみの実験区と同等のヒートアイランド対策としての効果があり、管理も比較的容易であるため、校庭に最適な工法であることがわかった。

## 2 研究目的

都市大方式ハイブリッド芝生が校庭に最適な芝地であることを示すために、大内の研究条件を更に拡大した実験区を設定し、複数の芝種と工法を比較・検証した。暑熱環境への影響だけでなく、利用の面から冬季における土壤の凍結・融解の頻度について検証した。

## 3 研究方法

### (1) 調査・計測期間

- 平成24年5月18日～平成25年1月15日
- 実験場所：東京都市大横浜キャンパスグラウンド

### (2) 試験区と芝種の設定

#### (i) 芝種の選定

- ハイブリッド区画：バミューダグラス・リビエラ（*Cynodon dactylon* “Riviera”：バミューダグラスの改良品種）
- 西洋芝：ティフトン419（*Cynodon dactylon* Tifway：バミューダグラスとアフリカギョウギシバの交配種）
- 日本芝：エルトロ（*Zoysia japonica* Stud：ノシバの改良品種）

#### (ii) 既存アスファルト面上への芝生施工

工事費及び環境負荷削減が見込まれる。ハイブリッド区画においても既存As面上への施工を行った（表1）。

### (3) 使用器具

- サーモレコーダー（エスペック社 RT-13）
- 土壤水分計（大起理化工業社 DIK-330B）

### (4) 調査事項

- 暑熱環境の変化（各試験区の比較）
- 土壤の凍結・融解の頻度（ハイブリッド芝、天然芝の比較）

### (5) 計測手法

#### (i) サーモレコーダーによる

##### 地表面温度と近傍気温の計測

期間中、継続的に常時5分毎に計測を行った。各試験区において地表面温度（地表0cm）、近傍気温（地表10cm）の2点にて計測。芝種・工法等試験区条件別の暑熱環境変化の差異を明らかにすることを目的とした。

#### (ii) サーモレコーダーによる

##### 冬季期間の凍結・融解頻度の計測

冬季期間中、各試験区の土壤温度を常時5分毎に計測。土壤の凍結・融解の頻度を明らかにすることを目的とした。

#### (iii) 土壤水分計による

##### 土壤含水率の測定

冬季期間中、各試験区に一定量の注水を行い1時間毎に土壤含水率を計測。各試験区における土壤の保水力を比較することを目的とした。

## 4 研究結果

### (1) 暑熱環境の変化

（最高気温日：平成23年8月26日）

#### (i) 地表面温度から見た

##### 緑化面とAs面の比較

図1より、地表面温度においてハイブリッド芝は昼間最高気温58.0℃と西洋芝に次いで2番目に高い値を示しており、昼間は蓄熱状態にあると言える。夜間においては18:00時点で25.6℃と、西洋芝に次いで2番目に低い値を示しており、昼間蓄積した熱が放熱されている。



表1 試験区概要

	芝種	As有無
1	人工芝+リビエラ	○
2	ティフトン419	○
3	エルトロ	○
4	ティフトン419	×
5	エルトロ	×
8	アスファルト舗装	○

表2 土壌水分計による土壌含水率の測定

	ハイブリッド	As有	As無
7:00	49.3	73.9	93.2
8:00	30.9	60.5	72.1
9:00	20.5	57.9	70
10:00	26.5	62	71
11:00	21.3	55.9	66.7
12:00	20.9	58.1	67.5
13:00	17.9	51.7	62.7

西洋芝と比べて低温度帯の出現が多く、高温度帯の出現も少ない。

(ii) 近傍気温から見た  
緑化面とAs面の比較

図2より、近傍気温においてAs面の温度が全体的に高い温度を示している。ハイブリッド芝は昼間、夜間共に日本芝とほぼ同等の温度推移を示しており、夜間において常に気温よりも温度が低く、天然芝と同様に放熱が行われていることがわかる。

(2) 冬季における土壌の  
凍結・融解頻度

(i) サーモレコーダーによる  
凍結頻度の計測

砂は道路の防滑材として使用され、人工芝はロシアのサッカー場等で採用されていることから、冬季においてハイブリッド区画は従来の天然芝区画に比べて凍結・融解の頻度が少ないのではないかと考え、土壌温度の計測を行った。結果、図3、図4より計測期間中ハイブリッド区画において4日、天然芝区画において1日凍結が確認された。

(ii) 土壌水分計による  
土壌含水率の測定

同時刻に定量の水を注水し、以降1時間毎に土壌含水率を計測した。結果、

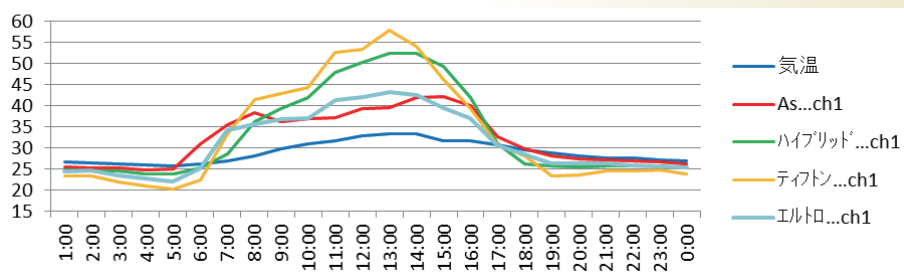


図1 緑化面/As面の地上面温度の比較(最高気温日:平成24年8月26日)

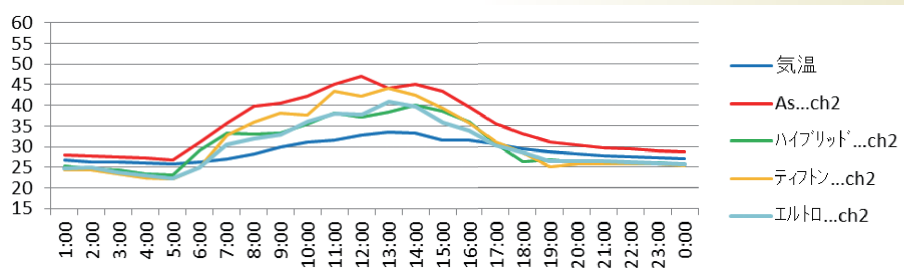


図2 緑化面/As面の近傍気温の比較(最高気温日:平成24年8月26日)

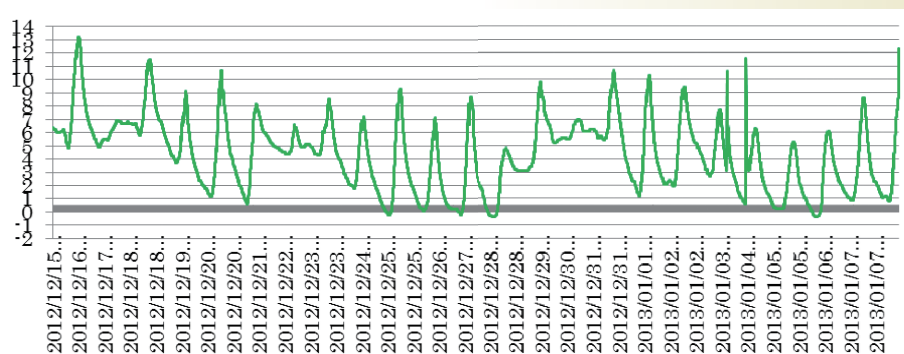


図3 冬季期間の土壌温度:ハイブリッド区画(平成24年12月15日~平成25年1月8日)

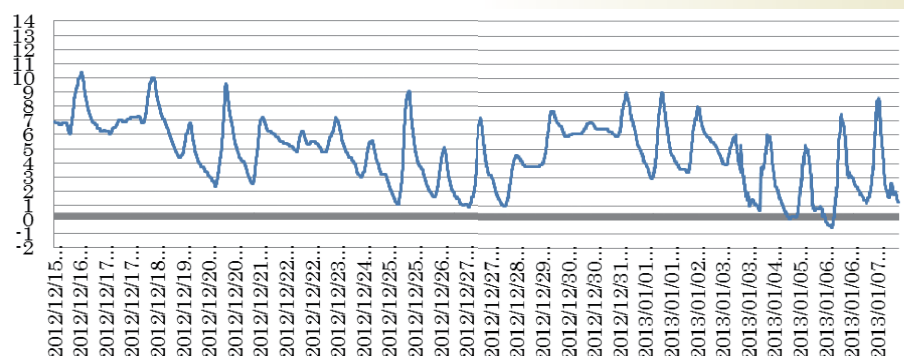


図4 冬季期間の土壌温度:天然芝区画(平成24年12月15日~平成25年1月8日)

ハイブリッド区画が最も保水力が低く、As撤去区画が最も高い値を示した。これにより工法別で各試験区に保水力の差が出るのがわかった(表2)。

5 考察

夏季期間において都市大方式ハイブリッド芝生は、昼間・夜間共に天然芝と同等の温度推移を示しており、周辺のヒートアイランド対策に貢献していると言える。また冬季期間において凍結の頻

度は天然芝よりも多く計測されたが、目視において霜柱等の目立ったグラウンドコンディションの変化は見られなかった。以上より都市大方式ハイブリッド芝生は、校庭に最適な芝種である可能性を持っていると言える。

【主要参考文献】

- 1 公益施設における人工面の効果的・持続性のある草地転換手法の研究 大内,2011
- 2 気象庁横浜気象台 <http://www.jma-net.go.jp/yokohama/>

# 工法別草地における 侵入性草本類の季節的消長と 生物の蝟集効果の研究

都市大方式ハイブリッド芝の熱環境、水分条件と、草本類の消長、小動物の蝟集の関係を調査し、生物多様性の保全に資するグラウンド空間として26種の草本類の侵入、またそれらが誘引に寄与して飛来昆虫など小動物の生息が可能とする結果を得た。ハイブリッド芝は目土以外は人工素材で若干乾燥しやすい条件であり、初期は草本、生物とも生息種は限られるが、経年的な生虐や種の増加、多種の共存も予想される。一定の安定期を迎えるまで継続的な観察を行い、状況を明らかにしていくことも課題となる。

涌井史郎研究室  
高橋 匠子

## 1 研究背景

1997年に文部科学省が定める「屋外教育環境整備事業」の助成対策として、教育現場での校庭の芝地化が推進されており、その事例も年々増加している。その一因に、都市部での自然面の減少がある。都筑区の緑被率も1990年代～2013年までに5%以上の減少が見られる。一方、2010年に開催されたCOP10/CBDで締約された「愛知目標」等、生物多様性の主流化が世界の課題となっている。教育現場のグラウンドについても、これまでの児童・生徒の健康や安全、快適性、アクティビティ空間としての効用以外に、今後は都市における自然面回復つまり生物多様性への貢献の視点を導入する必要がある。また、学校区などにより分散配置される教育施設を自然面化することで、エコロジカルネットワークの形成に寄与する可能性も大きい。

## 2 研究目的

上記の視点から芝地化を図る工法、取り分け「都市大方式」とされているアスファルト撤去を行わず芝地化をする工法について生物蝟集効果等を検証し、生物多様性貢献への一助となり得るかを考察する。

## 3 研究方法

### (1) 研究対象地

東京都大学横浜キャンパス・試験

区グラウンドにおいて「公益施設における人工面の効果的・持続性のある草地転換手法の研究(大内, 2011)」で設けた実験区を拡大し、新たな工法を加えた表1で示す対象地について以下の計測を行い、工法別草地を比較、研究する。

- ① 草地における季節的な侵入性草本類の消長を観測しとりわけ夏、秋の移行期の土壌水分と表面温度を計測、侵入性草本類の同定をもって侵入種と土壌水分条件、表面温度の関係を調査する。
- ② 造成の工法別の土壌条件の違いを把握する。
- ③ 侵入性草本類の草丈や生産量を把握する。
- ④ グラウンド全体を対象とし、飛来する昆虫、各区画で土中の小動物の同定を行う。
- ⑤ 各区域に設けた、除草する区画としない区画の表面温度、土壌水

分の相違点を調査する。

### (2) 調査方法

#### (i) 植生基盤の測定方法

各区画でサーモレコーダー(エスペックミック株式会社RT-13)を用いて9月1日から5分間隔で計測を行う。刈り込んだ区画と刈り込みを行わない区画の比較も行った。また、サーモカメラ(NEC Avio 赤外線テクノロジー社サーモショット)で暑熱環境を可視化した。さらに、気象庁のデータをもとに、大雨と区分された9月24日の翌日10時から2時間毎に約2日間の土壌含水率を土壌水分計(Delta-T Devices type HH2)にて計測し、各区画の水分の保持能力の差を考察する。

#### (ii) 植物の消長

工法別5ヶ所に3m<sup>2</sup>ずつコドラートを作り、芝草以外の植物をすべて除去し、7日毎に観察を続け、侵入性草本類の消長を把握する。伴って、種を同定し、各

表1 各区画の植生基盤

区画1	人工芝・西洋芝ハイブリッドAs面上部緑化
区画2	薄層芝生As上部緑化 日本芝
区画3	薄層芝生As上部緑化 西洋芝
区画4	薄層芝生As撤去緑化 日本芝
区画5	薄層芝生As撤去緑化 西洋芝

※備考 As:アスファルト 区画:コドラート 区域:工法別対象エリア  
西洋芝(ハイブリッド芝生):バミューダグラス・リビエラ  
西洋芝:ティフトン419 日本芝:エルトロ

草種の生育状況と土培地の関係性を調べ

(iii) 生息環境

グラウンド全体を調査範囲とし、飛来昆虫をスウィーピングで採取する。また、各区域において生息する土中小動物をツルグレン装置にて抽出し、双方の生物を同定することで草種との関係性を調査する。

(3) 調査・測定期間

平成24年9月1日～平成24年10月13日

4 研究結果

(1) 植生基盤の測定

(i) 工法別土壌基盤の暑熱環境

平成24年10月4日の地表面温度を図1に、同日の近傍気温を図2に示す。

(ii) 土壌含水率

植生基盤としてのASの有無による差は見られなかったが、ハイブリッド芝生が継続して約20%以上低い値を示していた。使用する土壌やその土壌厚と孔隙の差異が影響していると考えられる。

(2) 侵入性草本類の消長

9月の下旬から10月の初旬にかけて種数、個体数ともに増加しており、消長の傾向について工法別の差異は見られない。しかし、個体数はAS上部に比べAS撤去面、ハイブリッド芝生において多く観測された。また、ハイブリッド芝生には、根茎水平分布分散型種種の侵入が他の区画と比べ少なく、除草などの管理が容易であると推測される。

(3) 昆虫および土中小動物の蜻集効果

土中小動物は工法別、草種別で大きな差は見られないものの、ハイブリッド芝生に、分解者として湿った場所を好むトビムシ目が多く観察された。生息環境として十分な土壌水分を保っているためと考えられる。飛来昆虫は、繁茂した条件と、開けた場所を好む昆虫の双方が出現し、ハイブリッド芝生にも侵入が観測された。

5 考察

AS上部での芝生化、ハイブリッド芝生ともに、AS撤去後の芝生化と近似し

た結果が得られた。図1、図2より、10月4日の最高気温を記録した13時40分において地表面温度では日本芝が、近傍気温双方では西洋芝が低い値を示し、芝種での差が明示された。地表面温度ではハイブリッド芝生が二番目に高い温度上昇が見られたもののASの有無での違いを指摘するまでにはいたらない値であった。

また、図3より侵入性草本類の個体数はAS撤去面に比べ、ハイブリッド芝生、AS上部の芝地化により多く観測できた。さらに、図4より土中昆虫の個体数はハイブリッド芝生が通常の芝生化に続いて多い値を示していた。以上から、コスト削減にもつながるAS上部での芝生化、わけてもハイブリッド芝生が生態系に対する効用を減じていないことが示唆された。

【主要参考文献】

1) 永瀬彩子 野村昌史 蔵品真侑子 (2011) 「生物多様性を目的とした屋上緑化の改修後における動植物の変化」財団法人都市緑化機構特殊緑化共同研究

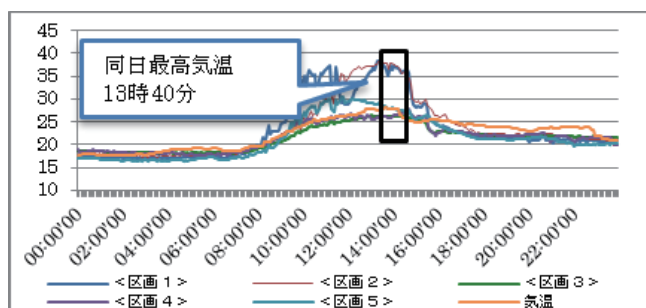


図1 平成24年10月4日地表面温度

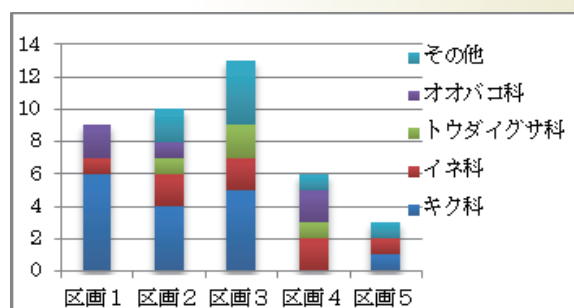


図3 10月6日侵入性草本類の個体数

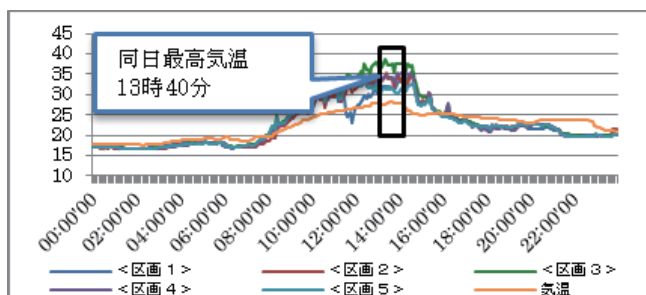


図2 平成24年10月4日近傍気温

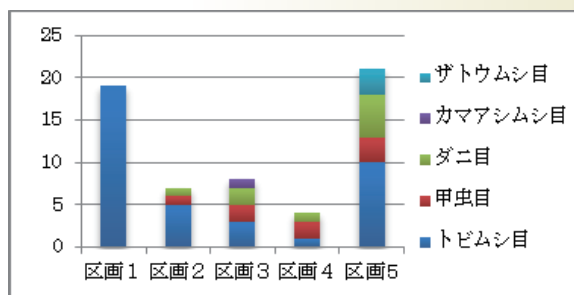


図4 土中昆虫各種の個体数

# 都市大方式ハイブリッド芝生が 与える生理的・心理的効用

都市大方式ハイブリッド芝生について、唾液アミラーゼ、POMS 診断を用いて数値的に視覚、触知覚よりグラウンドのもたらす心理・生理作用を考察したところ、評価が困難な人間のフィール実験ではあるが、一定の効果を確認することができた。

本実験では、天然芝の評価に都市大方式ハイブリッド芝生がどの程度近似するかがポイントだが、アスファルト面と比較して生理検査ではストレス緩和傾向が、心理検査ではストレス要因の軽減、活力の向上傾向が天然芝同様に確認された。加えてこれら結果に影響を与える実験地由来の知覚要因を考察するため、SD 調査も併せて行った。

涌井史郎研究室  
増田 千尋

## 1 研究の背景

近年、植物や緑地に対し、都市環境改善に資する目的を超え、森林セラピーやアロマセラピー、園芸療法といった「植物による癒し」効果に対する期待が高まりつつある。森林セラピーでは、五感を刺激する様々な効果により複合的に人間の心身をリラックスさせている多くの実証知見が報告されている。成長途上の児童・生徒が使用する人工的舗装面のグラウンドを芝草等で緑化することは、そうした新たな期待「積極的に身体を動かし、その環境下での能力向上や心の豊かさを涵養し環境教育にも資する」等、多くのメリットが指摘されている。また、言うまでもなく都市環境改善の一助となる。

## 2 研究の目的

学校等教育施設のグラウンド等の芝地化に注目が集まるものの、芝地が人に与える生理的・心理的効用について実証知見は多くない。

本研究では、複数の芝地条件を比較、検証することで、天然芝と人工芝とを混合した「都市大方式ハイブリッド芝生」を、グラウンド芝地化への選択肢の一つとする視点から、そのストレス緩和効果を評価し指標として、その効用を明らかにしようとするものである。

## 3 研究方法

### (1) 実験場所

東京都市大学 横浜キャンパス 試験グラウンド

### (2) 実施日および被験者

実施日は2012年11月14、16日の2日間とし、被験者は東京都市大学学生（男性10名、女性6名 19～24歳）とした。

### (3) 実験方法

被験者は、図1のように異なる芝地が各々視覚的に感得できるよう区分された範囲内に、2人1組で5分安静状態を保ち座る。この状態から、芝草から得られる影響を各種指標から計測する。各グループ10分間の計測において、①人工芝生、②天然芝生、③ハイブリッド芝生、④アスファルト面（以下、As面）での心理検査を行う。

なお、予測される体感がデータに反映されることを防ぐため、①～④の条件をランダムに組み合わせ、A～Dのパターンを作成しモデリングを行う。

### (4) 計測項目

#### (i) 生理指標

緑によるストレス緩和効果を評価する際には、一般的に自律神経、内分泌系、免疫系の指標が用いられる。評価に際しては、被験者が計測によるストレスを感じないように、なるべく簡易に短時間で測定することが求められる。そのため、唾液アミラーゼ活性を測定することで自律神経の指標を用いた。唾液は血液由来で

あることから、濃度差はあるものの血液とほぼ同じ化学成分が含まれている。唾液アミラーゼ活性は携帯式唾液アミラーゼ活性分析装置（ニプロ社ココロメーター）によって計測する。

#### (ii) 心理指標

心理調査として被験者全員に感情プロフィール（POMS）とSD法を行う。これらは質問紙に回答を記入することで実施される。POMSによって、状況により変化する被験者の一時的な気分・感情を測定する。被験者の気分の状態は「緊張および不安（T-H）」、「抑うつおよび落ち込み(D)」、「怒りおよび敵意（A-H）」、「活気(V)」、「疲労(F)」、「混乱(C)」の6つの感情尺度により測定・評価される。

またSD法によって、被験者が認識した空間の印象を形容詞対によって評価する。緑の視覚的効用に関係し、既往の研究を参考に18組の形容詞対を抽出した。評価の水準は5段階とした。

## 4 計測結果

### (1) 唾液アミラーゼ測定結果

④As面では他の3条件に比べて特に数値が高くなる傾向がみられた。①人工芝生、②天然芝生、③ハイブリッド芝生の3条件は、いずれも④As面と比べストレスが低くなる傾向がある（図2）。

### (2) POMS 診断結果による心理的効用

①人工芝生では、T-H、D、A-H、F、Cのストレス要素が10～15付近を示し

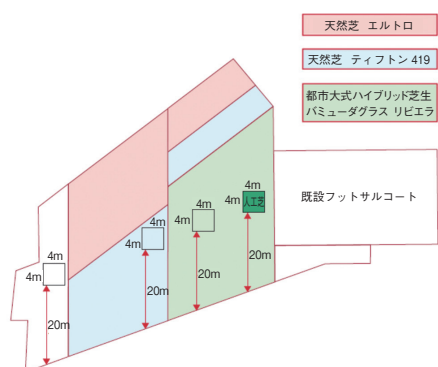


図1 被験者の配置

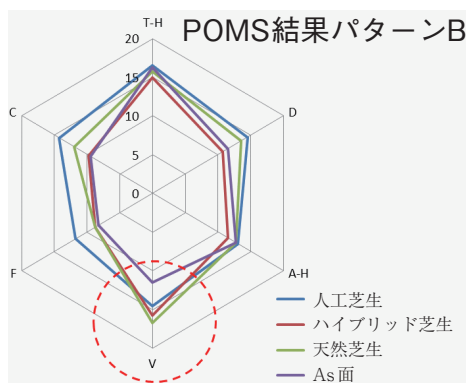


図3 POMS診断結果による心理的効果の評価

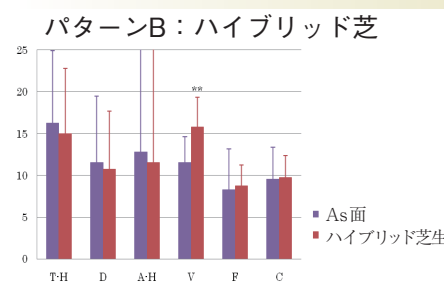


図4 POMS診断結果のAs面とハイブリッド芝生の比較

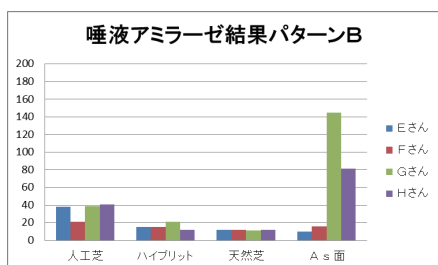


図2 唾液アミラーゼによるストレス緩和効果の評価

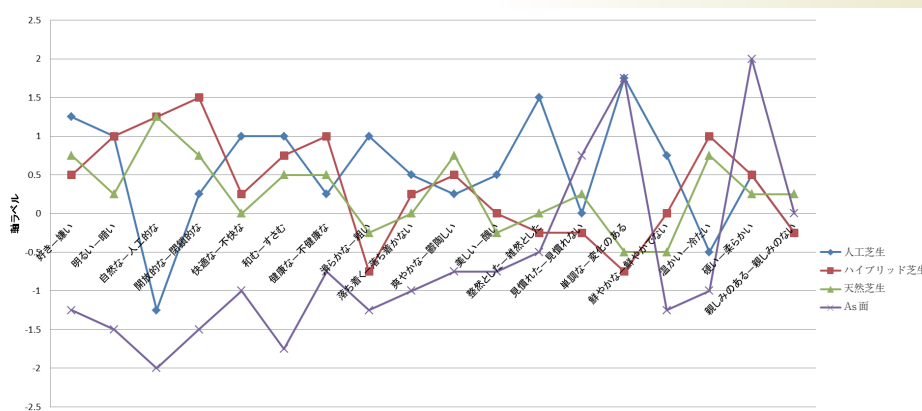


図5 SD法による官能評価

ており、比較的高い値となっている。②天然芝生はいずれの値も高いが、特にVの活力要素が他の3条件に比べ高い値となっている。③ハイブリッド芝生では、D、A-H、F、Cのストレス要素が10付近の値を示しており比較的低く、Vの活力要素が天然芝生に次いで高い。④As面では、Vの活力要素において特に低い値を示している。この調査では、性格や年齢別の傾向について検討はしていないが天然芝生、ハイブリッド芝生においてV値が高い傾向にある結果となった。

計測した被験者が示す値は健常値の範囲内であるが、V値を除いて、数値の高さはストレスが高い状態を示し、数値の低さはストレスが低い状態を示している（図3、図4はPOMS T得点As面との差）。

### (3) SD法による官能評価

SD結果を平均値により表したグラフから、②天然芝生と③ハイブリッド芝生

が与える印象が近い値になる傾向がみられた。①人工芝生と④As面にみられた「人工な」というネガティブ方向に推移する値に比べ、③ハイブリッド芝生は、天然芝生が含まれたことから「自然な」といったポジティブ方向に推移する傾向がみられた。因子「柔らかい」の値では①人工芝生、②天然芝生、③ハイブリッド芝生が近い値を示しており、唾液アミラーゼ結果と類似していた（図5）。

## 5 考察

①人工芝生地では、SD平均値の因子「単調な」「人工的な」の値の高さ等において、④As面と近い印象評価となったが、因子「柔らかい」「鮮やかな」といった要因が作用しストレス低減に繋がったと考えられる。②天然芝生地は、SD平均値の因子「自然な」「変化のある」「快適な」の値の高さ等から、自然面に対し印象がポジティブ方向に推移し、POMS

結果のV値の高さに繋がったと考えられる。③ハイブリッド芝生地は、SD平均値において「自然な」「変化のある」といった要因等、②天然芝生と値が近いものが多かったことが、POMS平均値のV値の高さに繋がったと考えられる。As上に施工した③ハイブリッド芝生においても、②天然芝生に近い印象を与える可能性が示唆されたことから、人工面を自然面に転換する手法として、「都市大方式ハイブリッド芝生」は選択肢として有効であると考えられる。

### 【主要参考文献】

- 1) 飯島健太郎:「緑と健康」に関する研究とその動向 (2008)
- 2) 粕谷珠美・奥村憲・吉田祥子・高山範理・香川隆英: 様々な里山景観での散策による生理的・心理的効用の差異 (2007)

# 建築造成（実験区の工事）の 工法上の検討とその課題

株式会社 石勝エクステリア  
造園緑化事業部  
ゴルフ場事業部

## 1 芝種の選定

芝種については、関東地方の夏場の気温の上昇を考慮して、寒冷型芝生と暖地型芝生のうちから暖地型芝生を選定した。暖地型の芝生の中から病害虫、乾燥、踏圧に強く、メンテナンスのしやすさも考慮して、エルトロ、ティフトン419、リビエラの3種を選定した。今回の都市大方式ハイブリッド芝生へは人工芝の培地への施工性を考慮して、播種によって施工可能なリビエラ（パミュダグラス）が選定された（写真1、2）。

## 2 断面構造

人工芝と天然芝を組み合わせた、都市大方式ハイブリッド芝生の断面構造を決定するために留意した点は、既設のアスファルト舗装上に施工可能で、校庭の芝生化への展開を踏まえてコスト面でも有利であり、かつメンテナンスの手間がかからないものが要求された。また万が一の放射能汚染等の場合にも、簡単に撤去して取り替えることができるメリットもある。

具体的な構造は、アスファルト舗装に必要最低限の排水設備を設け人工芝を敷設、その上に芝生の生育に必要な最低限の厚さの土壌改良を施した培地を充填し、さらにその上に芝生の種子を播種して発芽、活着させる方法である。

## 3 初期生育の評価

人工芝のベースとなる天然芝（リビエラ 15 g / m<sup>2</sup>）の直接播種を実施。選定草種のリビエラはティフトン芝に近い草種であり、性質は矮性で濃緑色を呈し、繊細なターフを維持できる特性を持っている。発芽・初期成育は暖地型の芝生に

較べてやや遅く、本試験区も日中時の平均気温が25℃以上になってから播種を実施したが、発芽は均一でなく、特に外周部周辺の発芽率が低かった。これは散水設備による散水量の不足と、また播種量も倍は必要であったことなどが理由として考えられる。

## 4 生育中の評価

今回の実験区による年間窒素は、成分比で10g/m<sup>2</sup>にて計画を立案。生育土壤が薄層構造と厳しい条件ではあったが、散水が十分に施工されている箇所は順調に生育を示した。ただし、頻繁に使用する

校庭等における年間の肥培管理は擦り切れ等の試験を含め、今後の研究の課題である。

## 5 今後の課題

### (1) 施工上における課題

初期成育における確実な発芽の確立と、播種時期が限定されるためリビエラとの種子混播選定の確立が課題となる。

### (2) メンテナンス上における課題

薄層構造のため灌水を十分に行う必要があり、ローコスト管理施工を実施するための肥料等の管理手法が課題である。

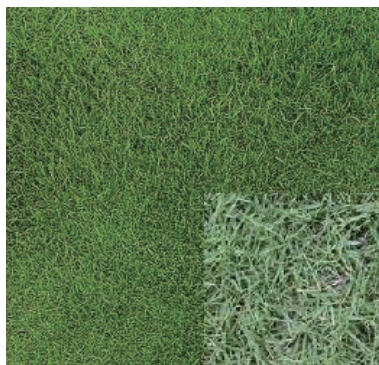


写真1 リビエラ

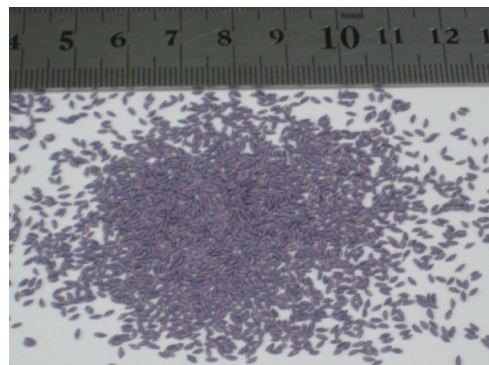


写真2 リビエラ（種子）

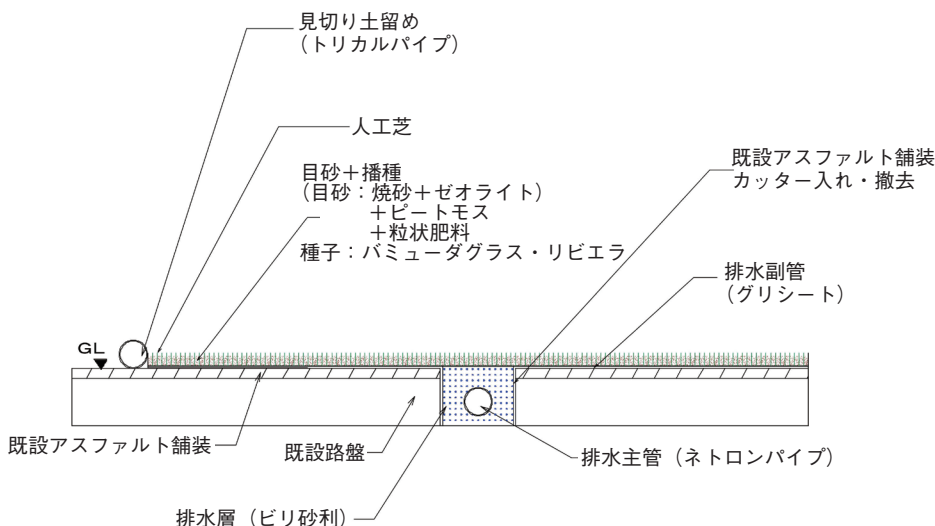


図1 都市大方式ハイブリッド芝生の断面構造

# 人工芝の選定とその構造について

積水樹脂株式会社  
スポーツ・人工木事業部

「都市大方式ハイブリッド芝生」の実現に向けた人工芝の選定と構造特性に対し、検討過程と現在までの評価および今後の方向性について報告する。

## 1 人工芝の選定

人工芝カーペットの構成は、「ヤーン（芝葉）」「基布（ヤーンを植える基材）」「バックング材（ヤーンを固定する部材）」になる（図1）。都市大方式ハイブリッド芝生は、この人工芝カーペットのヤーンの間隙に調整された目砂を充填し、ここから天然芝を生育させるものである。

今回、天然芝を確実にかつ持続的に生育させる目砂やその構成は、(株)石勝エクステリア主導のもと選定し、当社としてはこの効果を最大限発揮させる人工芝カーペットについて検討した。

### (1) ヤーンについて

- ・ヤーンのタイプは「テープヤーン」と「モノフィラメントヤーン」を検討し、天然芝との併用を考慮し外観がより天然芝に近い「モノフィラメントヤーン」を採用することとした。
- ・ヤーンの長さは芝生の生育に必要な最低限の長さに対し、外観のバランスを考慮して設定した。

### (2) 基布その他について

- ・基布は使用中の負荷に対する強度や水はけを考慮し、まずは既存仕様で検討することとした。
- ・バックング材は、天然芝の安定した生育に必要な水やりを考慮し、湿潤状況にも優れた耐久性を発揮するウレタンを採用することとした。

## 2 生育中の評価

実験開始から継続的な観察、調査の中

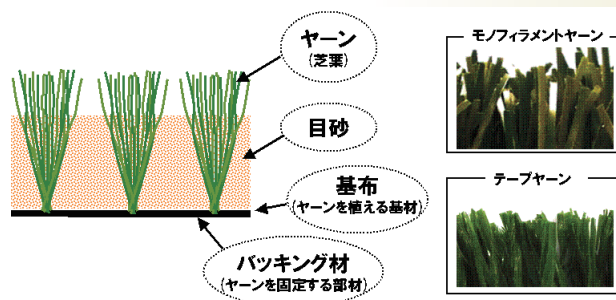


図1 人工芝カーペットの構成



写真1 夏期生育状況



写真2 冬期天然芝刈込状況  
(左：刈込前、右：刈込後)

で得られた結果を以下にまとめる。

### (1) ヤーンについて

- ・天然芝と人工芝は一見では判別しにくく、自然な風合いの外観を得ることができた（写真1）。
- ・また冬期の天然芝の刈込込みでは、人工芝をカットすることなく天然芝のみが刈られ、中に潜っていた人工芝が露出し視覚的に緑を再現することができた（写真2）。
- ・ただし、しなやかなヤーンを使用したため一部天然芝の下に潜ったままのヤーンもあり、今後は冬期の起毛性回復まで考慮したタイプの検討も行う。

### (2) 基布その他について

- ・天然芝は問題なく生育し、水はけの悪さに起因するコケの発生なども確認されなかった。またバックング材の保持力低下によるヤーンの抜けも確認されなかった。よって、基布及びバックング材は既存仕様で問題ないとする。

## 3 今後の課題

前述の人工芝カーペットと目砂構成で、まずは1シーズン天然芝が生育することが確認できたので、今後はさらなる調査によりその継続性を確認し開発を推進していく。並行して当社としてはさらなる展開を視野に「スポーツターフ」の検討を行う。

スポーツ用人工芝に対しては、例えばサッカー用途ではJFA（日本サッカー協会）が性能を規定しているが、仮にそれに照らし合わせるとすれば、もう少しサーフェイス全体にクッション性を付与した方が望ましいのではと考える。もちろん都市大方式ハイブリッド芝生は新しい提案であり、従来規定をそのまま適用することについては検討を要するが、当社で今まで培ってきたノウハウを活用し、各種スポーツ用途に対してより安全に、より快適にご利用いただける仕様を確立し、地球環境に、生物に、人に喜ばれるグラウンドを創造していく。 ■

# 天然芝に劣らない性能が確認されつつある 都市大方式ハイブリッド芝

今後はさらなる検証と、競技時の影響の研究にも期待

桐蔭横浜大学 医用工学部 生命医工学科 准教授  
飯島 健太郎

ロングパイル人工芝の課題解決、都市環境改善などの観点から提案された、人工芝・天然芝混合の都市大方式ハイブリッド芝生（以下ハイブリッド芝）は、天然芝の暑熱環境緩和や心理的癒し効果、生物生息条件を備えつつ、気象等に左右されないグラウンドとしての競技性能維持や耐久性を目指している。これらの効果を検証すべく2011年度～2012年度に卒業研究が行われ、一定の成果を得たので、以下に考察を加えたい。

まず大内氏・植松氏は、夏季および冬季の熱環境、水分特性から、天然芝に近い熱環境をハイブリッド芝が達成できるか検証した。2011年夏季の区画実験では、ハイブリッド芝は天然芝と共にアスファルト（以下As）表面の55℃を約10℃下回り、近傍気温も数℃下げる効果が認められ、天然芝なみに暑熱環境の緩和効果が得られることが示唆された。

実際にグラウンドを造成しての2012年の実験では、Asと共に天然芝、ハイブリッド芝も表面温度45～50℃を記録し、砂土やフィラメント部の温度を示していたと考えられる。一方、近傍気温はAsに対しハイブリッド芝で約7℃低減し、天然芝に近い値となった。ハイブリッド芝は生葉の潜熱消費で近傍気温低下に寄与し、フィラメント部が多方向に面し再放射を散乱させると考察できる。

冬季のグラウンドは、凍結融解の繰り返しでコンディションが悪化するが、ハイブリッド芝では人工芝によるコンディション維持と、天然芝の植生層による夜間保温効果も期待できる。実験の結果、

ハイブリッド芝は日温度較差が大きく、氷点下への記録数も多い。これは人工素材の熱伝導特性が現れていると考えられる。なお天然芝の基盤は霜柱が発生したが、ハイブリッド芝は霜柱が観察されなかったとしており、グラウンド機能の観点から有用な知見を得ている。ハイブリッド芝の基盤構成素材が毛管現象を抑制し、霜柱発生を防止した可能性がある。

次に高橋氏の研究では、まず夏季から秋季の移行期に着目し、草本植物の侵入状況を調査、キク、イネ、トウダイグサ科を中心に26種の侵入が確認された。ハイブリッド芝では、個体数の大半はキク、オオバコ科で直立性のイネ科が少ないこと、キク科の侵入が多いが被度は小さいこと、他の区画とともに9月から10月にかけて種数、個体数の増加が認められ、越年性草種の秋季発芽に適する環境条件を備えていたことなどが確認された。

ハイブリッド芝では多くの個体が観察されたが、地表面温度が高く、土壌水分も比較的低値の厳しい環境である。適温適湿の基盤は生理的最適域となり、成長の早い植物種が他の草種を被圧しているが、乾燥域は生態的最適域とする草種が共存しやすく多様性を生み、その特徴がハイブリッド芝に現れている。生物多様性を目指した芝生空間とする場合、ある程度の草種の侵入を許容した造成・維持管理手法が求められ、こうした観点からもハイブリッド芝は評価される。

生物蝟集効果は、実験区全域でトンボ、チョウ、バッタ、ハエ、カメムシ、

カマキリ、ハチ、甲虫、ワラジムシ、クモ等が観察され、消長にみられるイネ科植物等の葉、キク科植物の花など食草として、また採蜜対象として誘引に寄与したと考えられる。土中小動物は西洋芝、日本芝で5目認められたが、ハイブリッド芝はトビムシ目のみ多数の個体が確認された。ハイブリッド芝は播種であり、目土以外は人工素材で占められ乾燥しやすいため初期の生息種は限られるが、経年的な生息種増加が予想される。

増田氏の研究では、ハイブリッド芝が天然芝と同様の心理効果をもたらすか検証された。芝生の癒し効果を科学的に捉えるため、各実験区に所定時間滞在した被験者に、①ストレス検査、②心理テスト、③SD法による調査が行われた。ストレス検査では天然芝、ハイブリッド芝とも数値が僅かに推移しストレス緩和作用が確認され、心理検査では天然芝、ハイブリッド芝でストレス要因となる項目の数値が低く推移し、活気が高くなることが明らかにされた。またSD調査ではどちらも快適でポジティブな評価を得ており、これが心理生理に良好な効果をもたらしたと考えられる。

これらの研究から、都市大方式ハイブリッド芝の天然芝に劣らない性能が確認されつつある。初年度は各種計測手法の検討に労を重ねたが、今後はより適切な時期や期間に検証を重ね、競技利用と損耗の度合、競技時における人体への負荷軽減の検討にも期待したい。

(旧 武蔵工業大学)

**東京都市大学**  
TOKYO CITY UNIVERSITY

世田谷キャンパス [大学院工学研究科/工学部/知識工学部]  
横浜キャンパス [大学院環境情報学研究科/環境学部/メディア情報学部]  
等々力キャンパス [都市生活学部/人間科学部/総合研究所]  
王善寺キャンパス [原子力研究所]