

## グリーンキーパーから見た校庭緑化 ～新技術と造成後の維持管理～

熊倉 興和

IPM グリーンステージ

Schoolyard greening as seen from a greenkeeper

～New technology and maintenance after establishment of turf～

Okikazu Kumakura

### はじめに

校庭緑化は、ゴルフ場やサッカー競技場、野球場とは、造成方法も管理方法も違う。大きく違うのが競技場ではなく教育の場であることだと思う。

暖地型芝草（ノシバ、コウライ、ティフトン等）は、秋季気温が下がってくると葉色が緑から麦わら色に変わり、やがて貯蔵養分を貯え成長が停止し休眠に入る。ゴルフ場では、晩秋から晩春までの約6ヶ月間をウィンターオーバーシードでエバーグリーン化できないかが検討され、わが国では、ハーレー博士と柳久氏によって、鹿児島県の南国カンツリークラブで1987年に実施された。また、運動施設では、1989年に東京の国立競技場で実施されたのが最初の導入と記憶している。

ウィンターオーバーシードは、暖地型芝草と寒地型芝生の選定や秋の播種時期、播種方法によって発芽率が左右される。また、春のトランジションのタイミングを間違えると、芝生を腐らせたり枯らしたりしてしまうため、専門的な知識をもつグリーンキーパーでも難易度の高い施工管理技術である。近年は、施工コストと管理コストが多くかかること、気象変動の激化を理由にゴルフ場のウィンターオーバーシードは殆ど行われていない。春先の萌芽が早まり、管理コストのかからない着色材を使用するゴルフ場が増えている。

このことから、校庭緑化に科学的な根拠を持ち、高度な技術を要するウィンターオーバーシードが安易に取り入れられたのではないかと懸念が生まれたため、造成から維持管理の現状について調査し、その問題点について検討した。

その結果、芝生の校庭管理に苦心し、害虫被害、高コストの理由で課題を抱え継続されていない地域と成功している地域とがあった。これらのことから、その地域の実情にあった自然で合理的な継続できる校庭緑化を提案する。

### 校庭緑化の現状

#### (1) 芝生の生育できない場所

- 1) 草種と遊戯施設の動線を考えずに芝生化した結果、踏圧擦り切れ部分が裸地化している。
- 2) 粒径組成とpHが原因で固結し、排水不良を引き起こし裸地化している。
- 3) 夏芝と冬芝が競合して裸地化している。(写真1)

#### (2) 失敗の経過（造成後3年で芝生は無くなる）

- 1) 1年目の春、校庭全面に改良ノシバ「芝張り」⇒夏芝ノシバの活着で、校庭は緑のじゅうたん。

秋にノシバの上にペレニアルライグラス「播種」⇒寒地型芝草で冬場も緑のじゅうたんとなった。

- 2) 2年目の春、トランジションの失敗⇒冬芝ペレニアルライグラスと夏芝ノシバが競合し、梅雨明けまで勢いのあった冬芝が暑さで枯れ、ベースの夏芝ノシバも抑制しグラウンドは裸地化してしまった。⇒その対応として、夏に強いバミューダグラス（ティフトン芝）の苗を「ポット植え」、再生を目指す。秋になって、夏芝ティフトンの上に発芽の速い、ペレニアルライグラスを「播種」、取りあえず緑になる。



写真1 校庭緑化の現状

表1 暖地型と寒地型の成長比較

	厳寒期			春のトランジション			冬芝の播種					
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
夏芝(日本芝)				生育期(緑色)								
冬芝(ライグラス)			生育期(濃緑色)								初期生育期	
夏芝(バミューダ)				生育期(濃緑色)								

表2 うまくいっている所とうまくいっていない所の比較

『うまくいっている所』⇒芝生を知っている 地域主体=自分たちが出来ることは自分たちで 行政 = 地域を応援	『うまくいっていない所』⇒芝生を知らない 私(学校・地域) = 要望する人 行政 = 金を出して実行する人
○行政に頼り切っていない。 ○行政から地域コミュニティに補助, 地域コミュニティが予算化して管理し, 学区内の地域住民と生徒, 保護者, 教職員の役割分担。 ○地域のイベント, グラウンドゴルフ等に有効利用。 ○維持管理作業が単純で経費がかからない。	○造成予算は出すが, 芝生の校庭が完成しても維持費は考えていない。 ○芝草の選択間違い。(芝生が枯れてしまう)。 ○刈込みが2時間以上かかる。(刈込み機の選定)。 ○化学肥料のまき過ぎ。(刈込回数が増える)。 ○維持管理のノウハウが無い業者に丸投げ。

3) 3年後, ティフトン芝とペレニアルライグラスが競合して裸地化, 芝生が無くなった。

(3) 暖地型と寒地型の特性

①日本芝(ノシバ, コウライシバ)はソメイヨシノが開花する頃から紅葉時期, 4~11月まで地上匍匐茎と地下匍匐で生育する。(ゆっくり生長)

②ペレニアルライグラスの生育適温は10~24℃, 生育停止温度は25℃を超えるか, 5℃を下回ると鈍化する, 濃緑色で綺麗な時期は3~6月(急速に生長し急速に枯れる)。

③バミューダグラス(ティフトン)の生育適温は24~35℃で, 生育停止温度は10℃であるため緑が引き立つ時期は高温時の6~9月(高温時に急速に生長)。

※冬芝と夏芝の切り替る4月~6月に競合するので, 冬芝が無くなると, 夏芝の生長が阻害される。(表1)

(4) 校庭緑化の『うまくいっている所』と『うまくいっていない所』

地域との連携がとても良好に機能し, 芝生管理から始まって様々なイベント企画などに発展した事例も各所に見られる。

業者に丸投げの所もあるが, そうでない所も多数ある。(表2)

(5) 環境ストレス

ウィンターオーバーシード方法は, 生長の速いバミューダグラスを抑制させ, 寒地型種子の早期発芽と定着を図るため, 極度な刈り(軸刈り)やバーチカルを掛けシードベッド(播種床)を作る。この作業は, 休眠前の貯蔵養分を蓄える時期に極度なストレスを与えるためバミューダグラスにとっては望ましくない。一方, 寒地型芝草(ライグラス類)は1~2月の厳寒期(-5℃以下)に寒風や霜焼けで赤褐色に脱色する。そして, 1年の生長のピークを迎え, 綺麗な4~6月の季節に春のトランジションを行わなければならない。5月上旬にはペレニアルライグラスに軸刈り等の刈り込みストレスを与え, 生存率を60%程度まで抑制させる, 6月中に夏芝ティフトンの比率を50%まで持つてくることができれば, その年のティフトン芝は生長し, 真夏の盛りに美しいグリーンを作ってくれる。

上水道の使用が規制されているアメリカでは, 植物の灌水に高い再生水を買って撒かなければならない。

ウィンターオーバーシードされたバミューダグラスには多くの水, 化学肥料, 除草剤が必要になり, 刈り込み回数も多く環境面, コスト面, 農学面で議論されている。

校庭緑化の造成

(1) 校庭緑化の草種選択

①ノシバとコウライシバは日本の自生種であり, ノシバは今や九州~北海道北部まで自生している。また, コウライシバの生産北限は宮城県である。草刈機で雑草を刈り込んでいるうちに, 生長点の高い雑草は絶えて地被植物, ノシバが自生してくる。

②バミューダグラスの自生地は, インド, アフリカ他熱帯~温帯地域(緯度32)であり, 日本でいうと九州宮崎あたりの緯度で自生している。栽培生産地が三重, 鳥取, 九州にある。

自生芝, 栽培芝を整理すると芝種別の適地は, 図1のように分布される。

また, 筆者は自生芝, 栽培芝生育分布図を基準に全国にある伊藤忠商事グループゴルフ場の芝生管理, グリーン芝の品種転換, 高

冷地フェアウェイのベント化、ティフトン芝とライグラスに環境ストレスを与えないウィンターオーバーシードの方法（韓国済州島）、多品種による屋上緑化、校庭緑化等の経験の中で、植栽した芝草の1年後、3年後、5年後の芝生の状態とその推移について観察した結果、表3に芝草の栄養繁殖、種子繁殖、播種時期、積算温度による発芽速度、生育摘期と植栽後の推移についてまとめた。

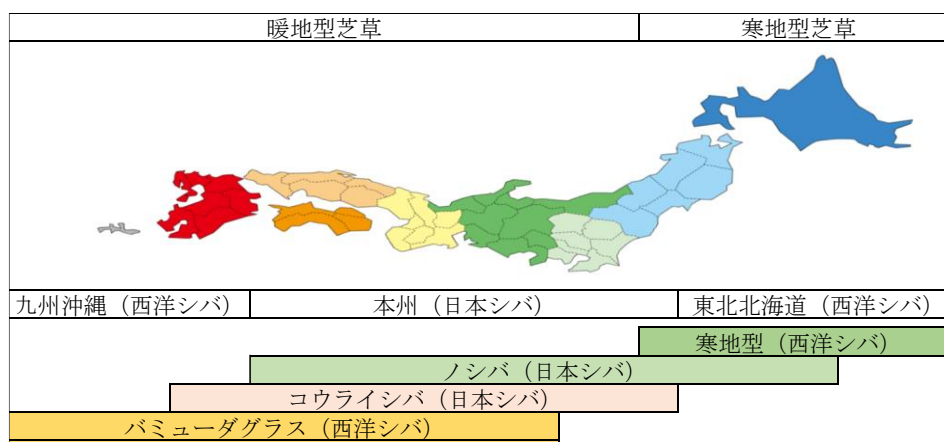


図1 自生芝、栽培芝生育分布図

表3 芝草の生育と植栽後の推移

品種	ソッド	種子	播種時期	発芽速度	生育適期	推移	備考
ノシバ	◎	○	4～6月	遅い	4～11月	ノシバ	10月張りは避ける
コウライ	◎	×	—	—	4～11月	コウライ	10月張りは避ける
ベントグラス	◎	◎	3～6月・9～11月	やや遅い	3～7月・9～12月	ノシバ	25℃超えると鈍化
ライグラス	◎	◎	3～6月・9～11月	速い	2～6月・10～1月	ノシバ	梅雨明け落込み
トールフェスク	◎	◎	3～6月・9～11月	やや遅い	2～6月・10～1月	ノシバ	
ケンタッキーブルー	◎	◎	3～6月・9～11月	遅い	2～6月・10～1月	ノシバ	
センチピッドグラス	◎	○	4～6月	遅い	5～11月	センチピッド	10月張りは避ける
パミュダグラス	◎	○	4～6月	遅い	5～10月	ノシバ	10月張りは避ける

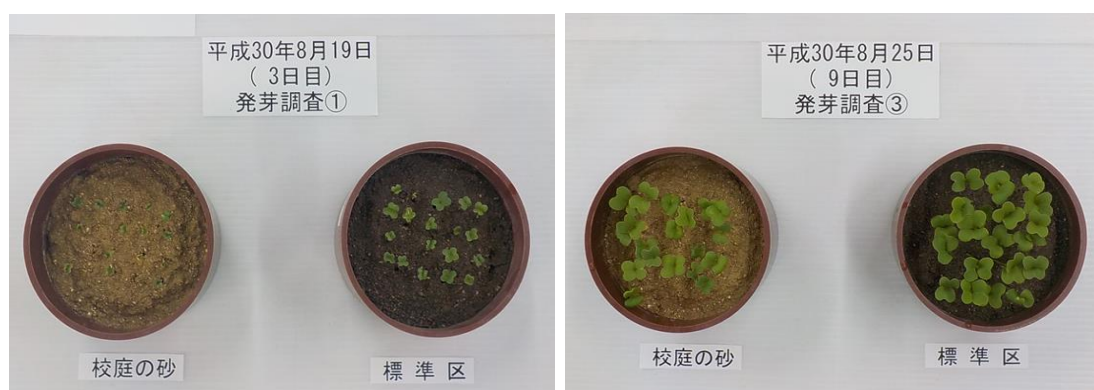


写真2 校庭緑化土壌の植害試験結果（場所：新潟県五泉市）

(2) クレイ系舗装工による土壌から芝生化に移行する場合の塩類障害

校庭緑化は、クレイ系舗装構造3)を床土に芝生化されているのが一般的である。

そこで問題になるのが、造成時から表層安定剤として苦汁（塩化カルシウムまたは塩化マグネシウム）が使用されている。造成後も日常的に飛砂ホコリ対策や、除草剤の代わりとして使用されていた。

現地の土を採取し、東レテクノの研究室に持ち込み、肥料取締法に準ずるコマツナによる植害試験5)の結果、発芽は出揃ったが、発芽後の生育は、葉長、生体重ともに下回り、さらに、葉の枯損や変色といった植物の生育異常症状が認められた（写真2）。

芝生用植物の耐塩性に関する研究（北村ら）によると、塩分増加と共に生体重、茎数、葉数、根長、根数1)は減少するが、低濃度塩分（地上部はC11,000ppm）以下では、むしろ初期の生育を促進する傾向がみられ、その結果から、耐塩性の強い芝草は日本芝（ノシバ・コウライシバ）、パミュダグラス類、ライグラス類の順であった。施工計画を立てる前に総合指標である植害試験による事前調査と土壌改良4)が必要になってくる。

既存の植栽床は、雑草や固結等が原因で芝生が育たないことがある。予算があれば、表層土を約10cm鋤取り、12～13cmの客土を



施し芝生を植栽している。物理性（透水性・保水性）、化学性（pH・EC）、生物性（微生物・肥沃）の土壤改良をしてから、芝草を植え付けた方がより安全である。

(3) 土壤構造と土壤環境（物理性・化学性・生物性）

1) 既存の土壤構造クレイ系舗装工を芝生舗装構造に改修するのは予算的に困難であるとする（図2）。

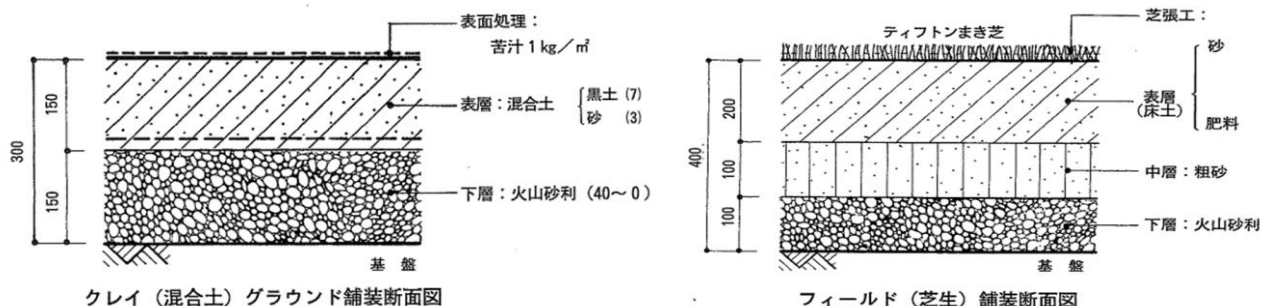


図2 グラウンドの土壤構造

毛管現象による吸水(32~38cm)

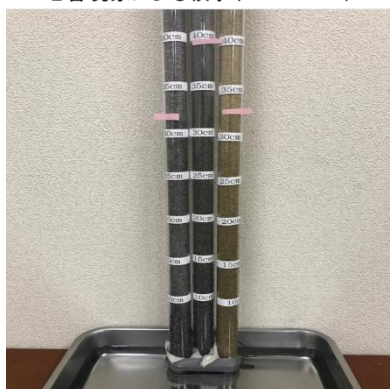


写真3 水の毛管水

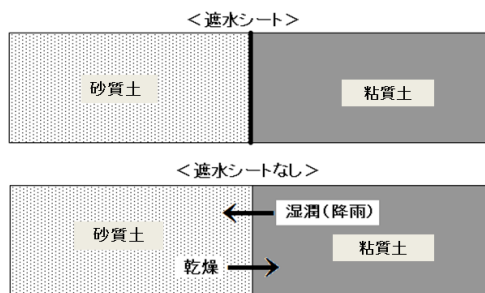


図3 水の横移動

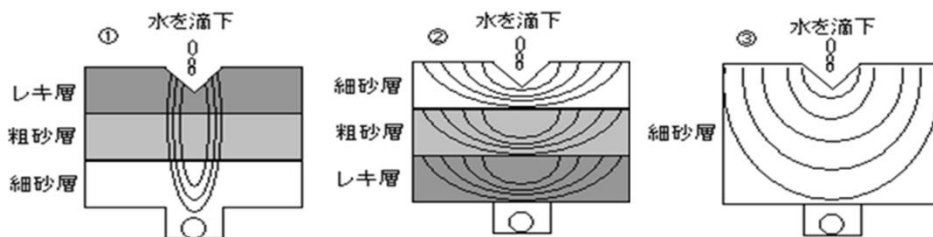


図4 水の縦移動

2) 土壤構造は、水の移動を制御する構造である。筆者が実際に実験調査した結果は、下記の通りである。

①水の毛管水：床土の厚さを30cmにするのは、毛管力による水の吸い上げが32~38cmで止まるからである（写真3）。

②水の横移動：砂質系と粘質系を隣りあわせにすると横方向に水の移動が始まる（図3）。

③水の縦移動：土壤粒子と透水については、表層を礫層⇒粗砂層⇒細砂層に重ねると水は直接細砂層に向かって下降するので細部に水が行き渡らない。一方、表層を細砂層⇒粗砂層⇒礫層と下に粗い場合、水は細砂層を満遍なく濡らし水の重量で次の粗砂層に移動する（図4）。

以上のことから、現状で、物理性・化学性の根拠に乗っ取った土壤構造を改善することは経済的に難しいため、生物性に着目した方が良いと考える。

校庭緑化では、身近にある物を有効利用し、教育とその地域の人為的環境を生かして芝生化を進め、造成コストや維持管理コストを掛けずに刈込みを繰り返すことにより環境生物による物質循環が構築される。

例えば、家畜堆肥や植物堆肥、米ぬかなどの有機物は、土壤生物により徐々に分解され、窒素、リン酸、カリウムといった肥料成分（無機物）に変換される。

芝草が「健全に生育」する場所には、土壤微生物及び腐植物質が多く、また、土壤微生物の活性量が高く、かつ細胞内から外のATPの移動量が多いため、「土壤生態系の物質循環が高まる環境」を作ること、「土づくり」の三要素が重要になってくる（図5）。

**新技術工法**

「芝生の直播被覆工法」(芝生のC&D工法)：「Made in 新潟 新技術登録No.29D2001(陸上競技場、サッカー場、ゴルフ場、公園、校庭及び畦畔等の法面) 特許第4739861号(芝生の育成方法)」

陸上競技場、公園、校庭等の広範な面積を芝生で緑化する場合は、張芝工法が一般的である。しかし張芝・播種工法においては、施工適期が限定されると共に、材料の確保、施工技術の習熟、張芝に要する時間、芝張り後の散水養生が必要となる。

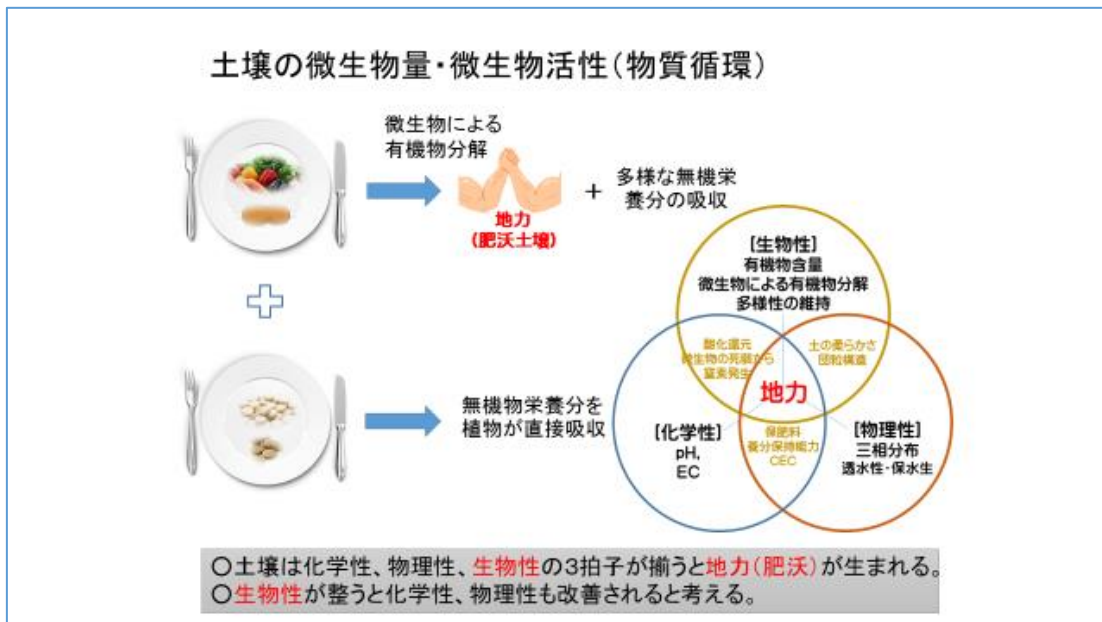


図5 「土づくり」の三要素

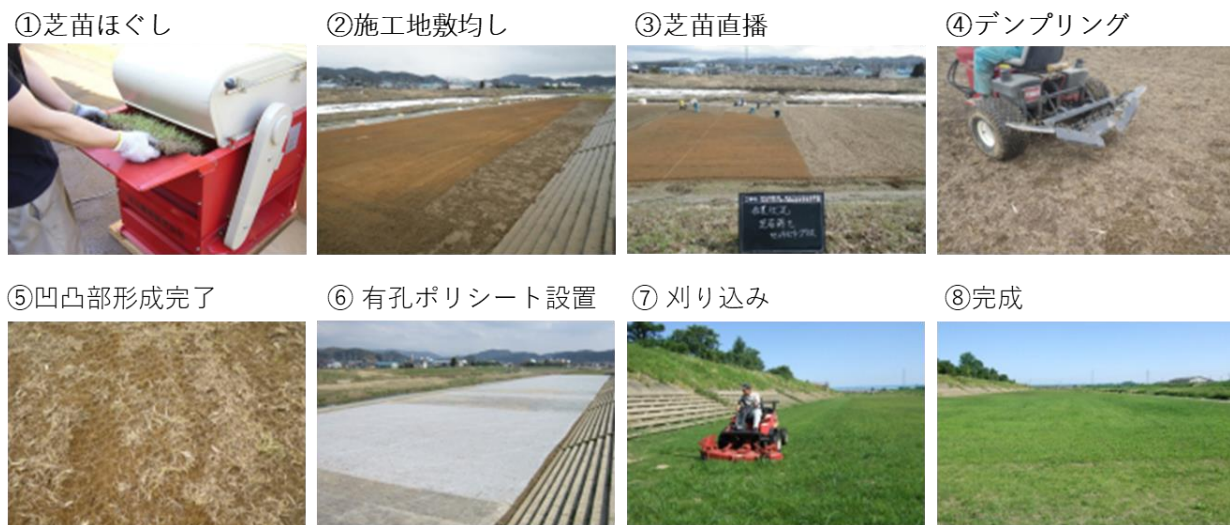


写真4 施工手順

また張芝に付着してくる土に害虫や雑草の種子が混入する 경우가多く、芝生の生育の妨げとなっている。このような問題を解決するために開発した技術である。

また、特許は取得しましたが、制約をつけておらず、安価で誰でも参加できる工法として、広く使用してほしいと願い、今回ここに掲載した。

(1) 技術の概要

芝苗ほぐし機によりほぐした芝苗を直接地表面に播き、表面を目土で覆った後、バギータイヤにより凹凸を付け(デンプリング)芝苗を定着させる。その後、保温と大気中への水分の蒸発を防ぐため有孔ポリシートで被覆し芝の成長した時点で刈り込みを行い完成となる。

手順：①芝苗ほぐし⇒②施工地敷均し⇒③芝苗直播⇒④バギー車によりデンプリング⇒⑤凹凸部形成完了⇒⑥有孔ポリシート設置⇒⑦刈り込み⇒完成(写真4)

(2) 技術の効果本技術は、芝苗をほぐして使用することにより使用材料が1/2～1/4程度に抑えられ、苗を直播するため施工手間が減じられ、施工技術の習熟が不要となる。また、有孔ポリシートで施工面を覆うことにより保温効果が上がり、芝の成長を促進

し、さらに、蒸発した水分がシート裏面に付着し、デンプリングで形成した凹部に溜まることにより散水養生が不要となる。芝苗をほぐし、土を落として使用するため病害虫の発生や雑草の繁茂を軽減できる。経費については、使用材料の削減及び施工手間の軽減により、張芝工に比べ工事費が42%、工期が29%削減される。

芝生の直播被覆工法（C&D工法）は張芝工にくらべ施工面、経済面で有利となるばかりでなく、施工地に直接芝苗を根付かせることにより、極めて美しく丈夫な芝生を生成することができる。張芝工では費用が掛かり過ぎ、芝生による緑化に踏み切れなかった校庭緑化については、本技術により緑化を進めることが可能になるとと思われる。

表4 芝刈り機の種類とその能力・特徴

機械の選定と能力		刃枚数	校庭緑化	刈り込み能力	刃の調整	校庭緑化との相性
リール式	手押し式リールモア	1連	体験用	150~360m <sup>2</sup> /h	難しい	×
	電動式のリール式芝刈り機	1連	綺麗	350~420m <sup>2</sup> /h	難しい	×
	バッテリー式自走式リールモア	1連	綺麗	350~420m <sup>2</sup> /h	難しい	×
	自走式依自走式リールモア	1連	綺麗	1,154m <sup>2</sup> /h	難しい	○
	3連乗用リールモア	3連	綺麗	11,520m <sup>2</sup> /h	難しい	○
ロータリー式	自走式ローターモア	1連	△	1,823m <sup>2</sup> /h	○	△
	2連乗用ローターモア	2連	△	3,840m <sup>2</sup> /h	○	◎
	3連乗用ローターモア	3連	△	4,890m <sup>2</sup> /h	○	◎
	大型3連乗用ローターモア	3連	△	8,410m <sup>2</sup> /h	○	◎

### 校庭緑化芝生の維持管理

#### (1) 刈り込み機の選定

校庭緑化の維持管理は芝刈り機で決まる。

①リールモアは、われわれの生活ではハサミに相当し、綺麗に刈れるが細かい石や金属を銕んでしまうと直ぐに切れなくなり、刃の調整は熟練者でないと難しい。一方、ロータリーモアはナイフに相当し、鎌のように切っていくのでハサミより切れ味は悪いが、刃の調整は簡単にでき構造も単純である。

②刈り込みは、いずれの面積でも作業が2時間以内で完了するような、乗用機械でないと継続が難しくなる（表4）。

#### (2) 校庭緑化の病害虫雑草対策

校庭芝生での主な病害では、ダラスポット病、ラージパッチ、害虫では、シバツトガ、スジキリヨトウなどが上げられる。

また、雑草では、メヒシバ、スズメノカタビラ、ヒメグサ、チドメグサ、スズメノヒエ、メリケンカルカヤ、ヤハズソウ等が発生しやすい。

1) 病害は、春秋のラージパッチ以外は特に大きな問題にならないと考えてよい。万が一、ラージパッチが発生した場合は排水不良を改善すること、また病害防除に農薬処理を検討することになる。

2) 害虫は、異常気象で大量発生することがある。食害が生じた場合は、安全性の高い農薬を散布し防除を行うことが望ましい。特に、春先のコガネムシ、また、夏から秋のシバツトガ・ヨトウムシについての発生は、図6、7、8の通りである2)。

3) 雑草は、定期的な刈込を行うことで7~8割は防除可能となる。

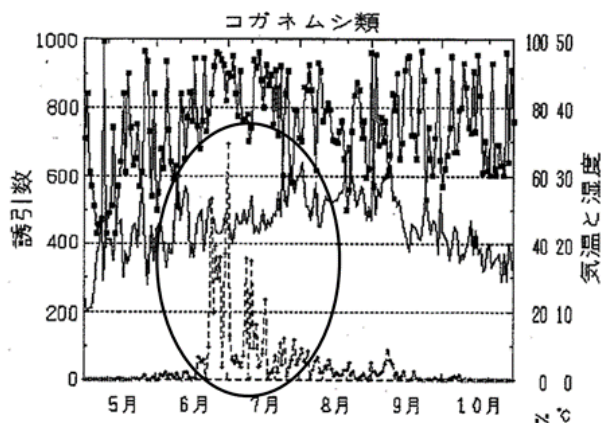


図6 コガネムシ類の誘引数

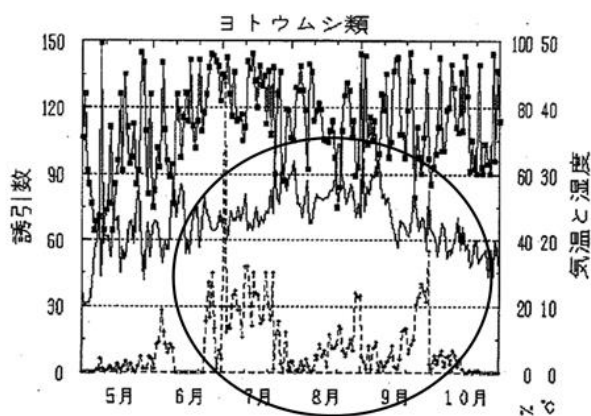


図7 ヨトウムシ類の誘引数



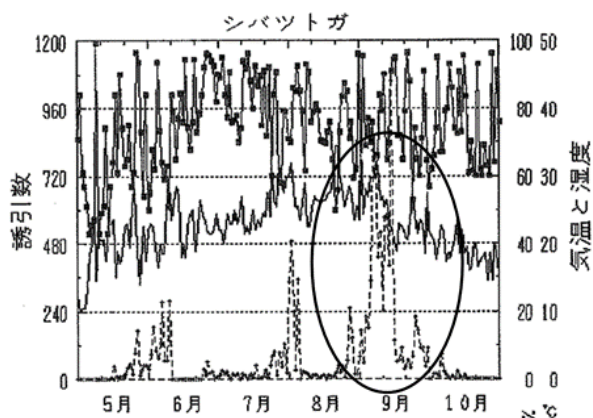


図8 シバツトガの誘引数

### 校庭緑化の造成と維持管理のポイント（土つくりと刈り込み）

良い土に健康な芝生が育ち、単純で負担のないメンテナンスが継続できると考えている。

(1) クレイ系舗装構造のグラウンドを芝生化する際、物理性、化学性、生物性のいずれかに問題があることが多い。最低10 cm 鋤取り、12~13 cm程度の客土があれば、芝草の植生上問題なく校庭緑化として維持できる。

(2) 床土の「土つくり」：クレイ系舗装構造に物理性、化学性の問題がなくとも、土壤改良資材を使用し、生物性を高めなくてはならない。

(3) 芝刈り機：2時間以内で刈り込みが完了する機械の選定と刈り刃調整（刃研ぎ）が簡単な機種を選ぶことが重要である。

(4) 肥培管理：「堆肥（特殊肥料）」（年2~3回）を施す。「有機入り化学肥料」（年1回程度）を施す。化学肥料では濃緑色になり、地上部の生育が旺盛になり刈込回数が増える。

一方、堆肥は即効的な効果はないが、植物残渣が徐々に分解し地下部の根がしっかりする。

(5) 散水：通常散水は考えない、予算があれば干ばつ期の為に少水量で効果のあるミスト散水ホース（スマイレイン）を用意して置く。

(6) 病害虫雑草：害虫⇒雑草⇒病害の順に問題になる。「乾燥時は害虫被害」、「湿潤時は病害被害」、雑草の7割以上が刈り込み（低刈り）を繰り返すことで防除できるとパターン化して覚える。芝生と同じ高さの生長点を持つ雑草だけが残る、また、「水はけの悪い場所はイネ科雑草」、「水はけの比較的良好な場所に広葉雑草」が多い。

### まとめ

日本のゴルフ場では、一度植え付けた芝草は永年にわたり品質を維持する農学的な考えであるのに対し、体育施設は野外体育施設舗装と称し、クレイ系舗装工と芝生舗装に分けられ、複数品種（一年草と多年草）を植え付け、被覆率（施工写真）等で評価（完成）する。造成後の芝生を永年的に育てるという考えではなく、土木建設的な発想からきているのかもしれない。

「あぜ道や道路脇の草を刈る」と「芝生」が生えてくる。

地域に育った自生芝または、そこで育つ芝草、その地域に放置され育っている芝草を選択し、造成時の「土つくり」にお金を掛け、造成後の「堆肥（特殊肥料）」と有機入り化学肥料を施すことで、芝地の土壤微生物量は多くなり微生物活性も高くなる。校庭緑化で一番大事なことは「芝刈り機の選定」と「刈り込み」と言っても過言ではないだろう。「土つくり」「堆肥または有機入り化学肥料施肥」、「刈り込み」で土壤生態系の好循環が高まり、根張りのある健全な芝生が永年にわたり育ち維持できるよう、校庭緑化は省管理型でなければならない。

### 参考文献

- 1) 北村文雄 (1969) : 芝生用植物の耐塩性に関する研究(第4報) ~日本芝(シバ類)の耐塩性について~ 造園雑誌 33 (4) 28-33
- 2) 熊倉興和 (1993) : 新潟県における芝草管理の実態調査~芝草害虫の発生調査~ 芝草研究 22 (1) 59-70
- 3) 日本体育施設協会 (2016) : 屋外体育施設舗装工事 積算手引き (平成28年改訂版), 体育施設出版, 東京
- 4) 農水省ホームページ : 「土壌の性質・要因と改良対策」
- 5) 東レテクノ武井・熊倉 (1984) : 「植物に対する害に関する栽培試験の方法 (59 農蚕第1943号通達)」