

# 夏を超すための様々な管理手法

肥培管理・サッチ管理・温度・地温・活性酸素・水管・  
葉身分析・草種転換・理機械他



## はじめに

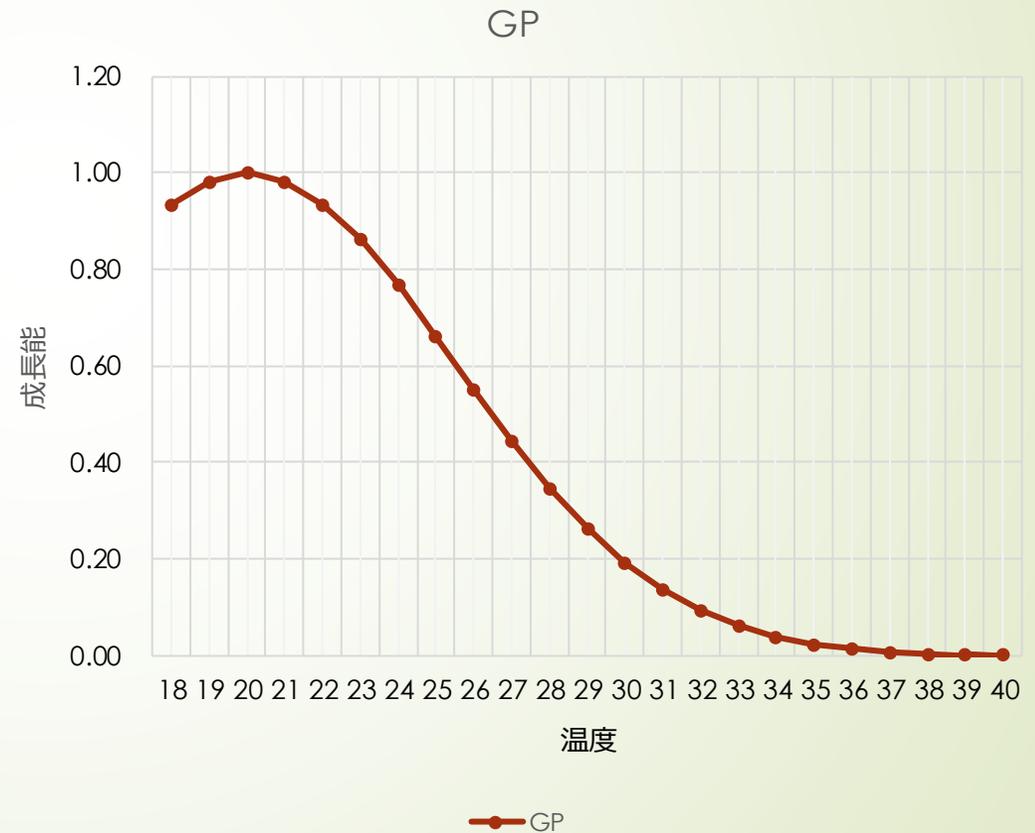
- ▶ 2010年の夏の異常気象では、各地のベントグリーンが大きな被害を受けた。
- ▶ それ以降、毎年のように猛暑日が出現する気象が続いた。
- ▶ 2010年の夏を経験してから、ゴルフ場のベントグリーンの暑さに対する対策が模索された。：草種転換、葉身分析、水やり
- ▶ 現在は寒地型芝生の暑さ対策の技術が進み、以前ほどには大きなダメージを受けなくなってきた。

# 温暖化による夏季の猛暑

- ▶ 2010年以降、気候のレジュームシフトが起きている。
- ▶ 偏西風が日本の上空で北へ蛇行し、太平洋高気圧が入りやすくなっている。
- ▶ 2025年には海水温の上昇により、海洋熱波が起きている。
- ▶ この現象は当分続く模様
- ▶ 以上のことから、寒地型芝草のますます生育限界に近づいている。

# 猛暑の中のベントグラスの成長量：GP

a=°C	GP	a=°C	GP
18	0.94	28	0.35
19	0.98	29	0.26
20	1.00	30	0.19
21	0.98	31	0.14
22	0.94	32	0.09
23	0.86	33	0.06
24	0.77	34	0.04
25	0.66	35	0.02
26	0.55	36	0.01
27	0.44	37	0.01
		38	0.00
		39	0.00
		40	0.00



## ベントグラスのヒートストレスで何が起きているのか

- ▶ ベントグラスはC3植物なので、高温ストレス（28-32°C以上）で急激に生理障害が発生する。
- ▶ 光合成効率の低下：C3植物は高温化でルビスコの酸素化反応が増え、光合成が落ちる（光呼吸）。→結果として炭水化物（TCN）が減少し、夜間呼吸でさらに消耗する。
- ▶ 根の成長停止・根量の減少：地温が25－28°Cを超えると根の伸長が急激に鈍る。30°Cを超えると根の寿命が短くなり、酸素不足にも弱くなる。



## 根のストレス係数

地温	$(T_s - 20) / 12$	S_T (clip後)	解釈
20	0.00	0.00	ストレスなし
21	0.08	0.08	
22	0.17	0.17	
23	0.25	0.25	
24	0.33	0.33	経度ストレス
25	0.42	0.42	
26	0.50	0.50	
27	0.58	0.58	
28	0.67	0.67	根の伸長停止ゾーン
29	0.75	0.75	
30	0.83	0.83	
31	0.92	0.92	
32	1.00	1.00	致命的
33	1.08	1.00	致命的
34	1.17	1.00	致命的
35	1.25	1.00	致命的

# ベントガラスのヒートストレスで何が起きているのか

- ▶ 活性酸素 (ROS) の蓄積 : 高温+強光で活性酸素が増え、細胞膜や葉緑体が損傷する。→葉先枯、色ムラ、薄葉化に繋がる。
- ▶ 蒸散量の増加 : 水分要求量が増える一方で水ストレスに陥りやすい。



日照量DLI  
mol/m<sup>2</sup>/day

日照量mol	(SL-25)/15	SL (clip後)	解釈
20	-0.33	0.00	ストレスなし
21	-0.27	0.00	
22	-0.20	0.00	福岡・長崎10月
23	-0.13	0.00	
24	-0.07	0.00	
25	0.00	0.00	
26	0.07	0.07	
27	0.13	0.13	
28	0.20	0.20	福岡・長崎6月
29	0.27	0.27	
30	0.33	0.33	福岡・長崎9月
31	0.40	0.40	
32	0.47	0.47	
33	0.53	0.53	
34	0.60	0.60	
35	0.67	0.67	
36	0.73	0.73	福岡・長崎7月
37	0.80	0.80	
38	0.87	0.87	福岡・長崎8月
39	0.93	0.93	
40	1.00	1.00	

# ヒートストレスが引き起こす典型的な症状

- ▶ 葉色の淡色化・黄化
- ▶ 葉先の枯れこみ
- ▶ 密度低下
- ▶ サッチ層の黒変（嫌気化）
- ▶ 炭疽病やピシウム病、細菌病の増加
- ▶ 夕方に萎れやすい
- ▶ 回復の遅延（特に9月～10月上旬）

# ヒートストレス対策：地温管理

- ▶ ベントの夏越しは**地温25°C以下**をどれだけ維持できるか
- ▶ 夕方の軽い散水で地温を下げる
- ▶ 透水性の改善：夕方の散水により地温を下げるために、表層に滞水させない（コアリング、スライシング、目土）
- ▶ サッチの除去
- ▶ 通気作業：スパイキング、ベンチレーション（細い無垢刃で深く作業 6mm/15~20cm）
- ▶ 風通しの改善（樹木管理）

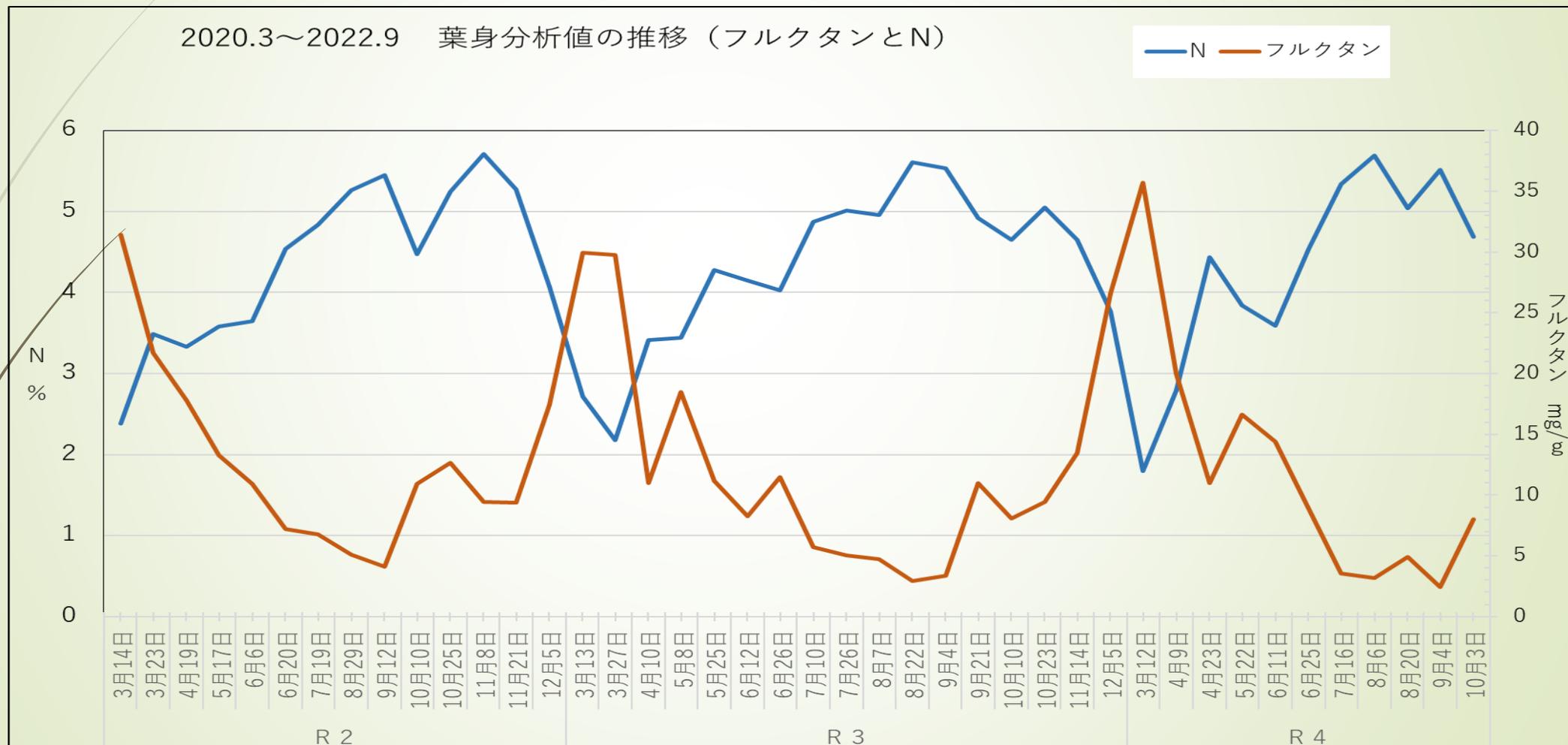
## ヒートストレス対策：水管理

- ▶ 過湿は根腐れ・嫌気化を招くために、**乾かし気味の敵湿**が基本～  
スプリンクラーでの散水は最小に、乾くところは手散水
- ▶ 散水は夜間から早朝に
- ▶ 排水の良いグリーンでは、日没後に地温を下げるために軽い散水を行う
- ▶ 日中の軽い散水は葉温を下げるためと乾燥害対策で、表面滞水をするほどは散布しない（熱湯焼けの防除）
- ▶ 土壌水分計の利用（サンドベースの水分率は10～25%：気相・液相との兼ね合い）、手撒き散水、土壌浸透剤の利用（土壌水分量の均一化）

# ヒートストレス対策：肥培管理 1

- ▶ チツソは控えめに（梅雨明け直前からやらなくてよい）チツソを与えることにより、貯蔵養分の減少を招く（葉身分析）
- ▶ 夏前に土壤中に吸収できなかったアンモニア態チツソが残っている場合には硝酸化成抑制剤の使用も考える
- ▶ カリは耐暑性向上のために、梅雨前から施用（根からは吸収できないので、葉面吸収させる）
- ▶ 夏にリンを亜リン酸の形で吸収させる
- ▶ マグネシウムもカリと一緒に葉面吸収させる

# チッソとフルクタン（炭水化物）



## ヒートストレス対策：肥培管理 2

- ▶ サッチや有機物の微生物分解により、チツソが放出されて夏季に吸収されるので、サッチや有機物は夏前に除去しておく
- ▶ シリカ資材は細胞壁強化に効果があるという報告もある
- ▶ アミノ酸・海藻抽出物はストレス軽減に一定の効果がある
- ▶ 春と秋はチツソとカリで夏越しのために十分な根を作っておく
- ▶ 特に春から初夏までは土壌中に余分な窒素を残さないために、葉面吸収を中心に施用する

# ヒートストレス対策：病害管理

- ➡ 高温期は炭疽病、ピシウム病、細菌病が増える
- ➡ 35℃以上では、多くの病原菌は急激に弱るか死滅する
- ➡ サッチの抑制：サッチが増えると土壌水分過多になり易い
- ➡ チッソを抑えて、軟弱化を防ぐ
- ➡ ピシウム菌の防除：混合感染の防除、根部の保護
- ➡ ピシウム対策には発根作用があるヒドロキシイソキサゾール（タチガレン）、ホセチル（グリーンビセット、ブルーデンス、シグネチャー）の使用
- ➡ イソプロチオラン（フジワン：芝登録なし、グラステン）は根の細胞組織の老化を防ぎ、発根促進効果もある

## ヒートストレス対策：刈高・刈込み

- ▶ 刈高を3.8～4.0mmに上げる
- ▶ Gモアの前ローラーはソリッド（無垢）ローラに変える
- ▶ ハイクリップモアは芝生に刈込ストレスを与えるので、ローギアで使用する。
- ▶ ローギアで回転刃が9枚刃の場合には、クリップピッチ痕が残ってしまう
- ▶ 現在、夏の刈込用として、ストレスの少ない中速ギヤ（3段ギヤ:バロネス）を受注生産中

## ヒートストレス対策：品種選択

- ▶ 耐暑性が比較的高い品種に変える：007、777、ピュアディンクシオン、ピュアセレクトなど
- ▶ USGA推奨のオークリー：ラトガース大学とUSGAが共同開発した夏季の品質維持に優れるとの試験結果があるが、猛暑時には送風機や散水での冷却管理が必要。密度が高く、匍匐茎で繁茂
- ▶ 考え方によるが、暖地型芝草の利用も視野に入れる

# ヒートストレス対策：紫外線の影響

## 紫外線（UV-A,UV-B）が芝生に及ぼす影響

- ▶ 光障害、光合成速度が低下、炭水化物不足→根の寿命短縮
- ▶ DNAの塩基が異常結合、細胞分裂が遅れる、成長が抑制される、葉の展開が遅くなる
- ▶ 活性酸素の急増：スーパーオキシド、過酸化水素、ヒドロキシラジカル、結果：葉先枯れ、黄化、光合成能力の低下
- ▶ UV-Bは成長を止める
- ▶ 細胞膜の損傷

## ヒートストレス対策：紫外線の影響

項目	UV-A (315-400 nm)	UV-B (280-315 nm)
エネルギー	中	高
光合成阻害	軽度	強い
DNA 損傷	ほぼなし	大きい
ROS 生成	中	非常に強い
葉色変化	やや暗くなる	黄化・白化
成長抑制	軽度	顕著
防御色素	増える	大きく増える
芝への総合影響	“軽いストレス”	“明確なダメージ”

# ヒートストレス対策：ストレスガード剤の利用

資材	UV-A/UV-B の遮断	主な作用	効果の強さ
ストレスガード（シグネチャー等）	△（直接遮断ではない）	光散乱、PSII 保護、ROS 減少	中
着色剤（ターフペイント）	○（色素が吸収・反射）	UV シールド、葉温低下、光障害抑制	中～高
NIR カット資材（遮熱シート等）	△（UV は弱い）	近赤外線遮断、葉温・地温低下	中
UV カットフィルム（農業用）	◎（明確に遮断）	UV-A/UV-B の物理遮断	非常に高い

ストレスガードは 光ストレス軽減剤

着色剤は 光学的シールド（UV 吸収・反射）

## ヒートストレス対策：ストレスガード剤と着色剤の併用効果

- ▶ ストレスガード剤：葉面に光散乱フィルムを形成する。強光・UVを和らげる。光科学系Ⅱを保護する。活性酸素生成を抑制する。葉温上昇を抑える（1～3℃）→光を弱める資材
- ▶ 着色剤：色素が紫外線を吸収・反射する。葉温を下げる（2～5℃）光障害を抑制、クロロフィル分解を抑える。→光を遮る資材
- ▶ ストレスガードは散乱
- ▶ 着色剤は吸収・反射

## ヒートストレス対策：ストレスガード剤と着色剤の併用効果

- ▶ 葉温の低下
- ▶ ダメージの軽減
- ▶ 活性酸素の発生が大幅に減少する
- ▶ 地温上昇も抑える
- ▶ 炭水化物の消耗が減り、根長が維持できる

**注意点：**①着色剤の濃度が濃すぎると、光合成が落ちてしまう。

- ▶ ②ストレスガードのフィルムが着色剤の付着を変える：先にストレスガード、後に着色剤
- ▶ ③併用は夏のピークに最も効果がある

## ストレスガード剤と着色剤の併用効果

タイミング	ストレスガード	着色剤	狙い
初夏（地温20～22°C 到達時）	○（先に開始）	△（必要な ら）	夏ストレス「始まる前」に光防御ス イッチを入れる
真夏前～梅雨明け頃	継続	本格的に開始	強光・UV・高温ピークに備える
真夏ピーク（7～8月）	14～21日間隔で 継続	3～4週ごとに 維持	葉温・光阻害・ROSを“落とさな い”期間
夏バテが見え始めた頃	継続（むしろ外さ ない）	濃度は控えめ で維持	黒変・根腐れの「崖から落ちない」た めのブレーキ



長時間に渡り  
ご清聴ありがとうございました。

