

グリーンニュース No.95

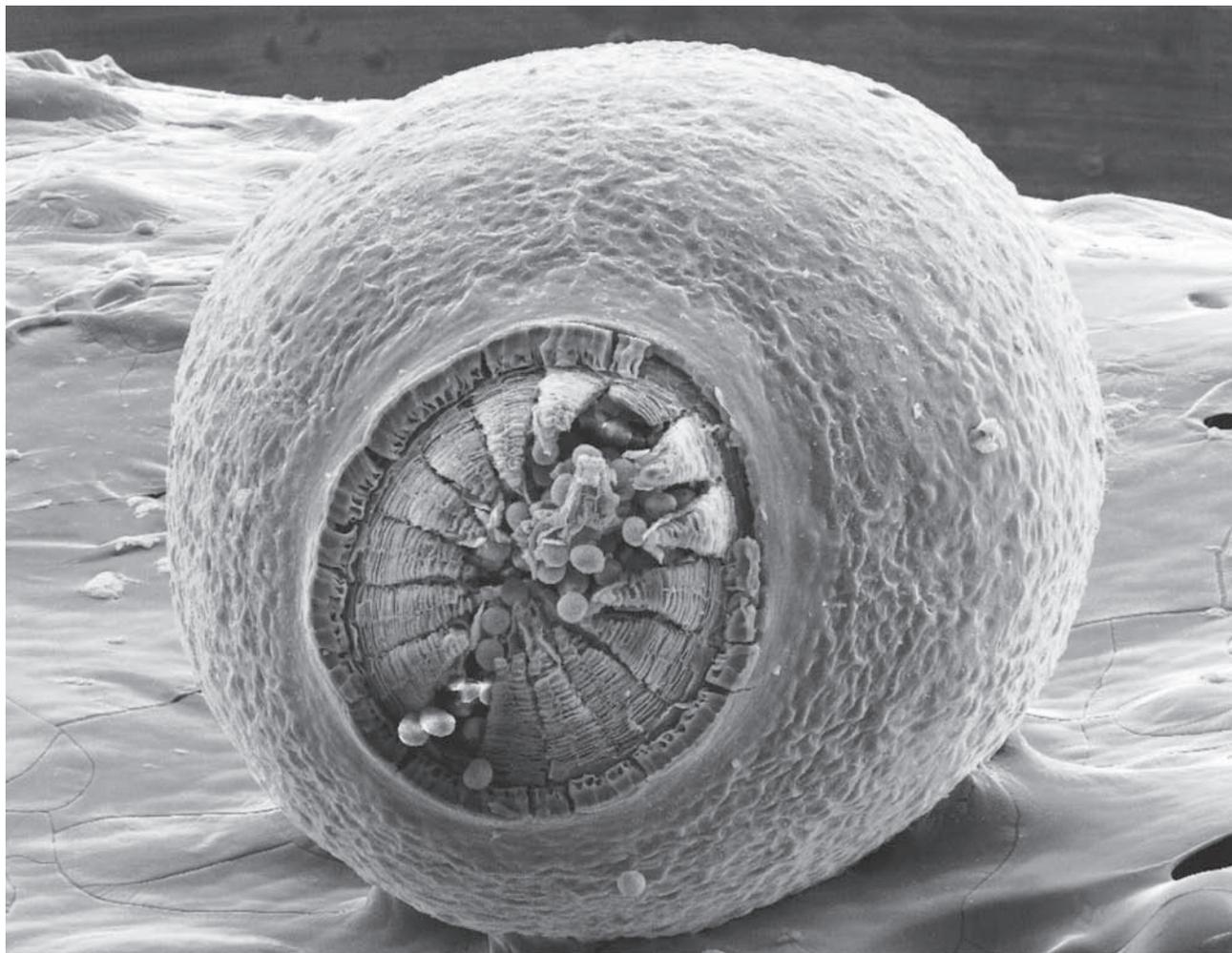
GREEN NEWS

平成 27 年 9 月 30 日

発行・株式会社 理研グリーン

ISSN 0915-8812

発行人・矢口 重治



コケの胞子体の走査電子顕微鏡写真

石川県立大学では今年から新入生全員を対象に、「お試し分属」というのを始めました。新入生に1ヶ月だけ研究室に所属してもらって、何か研究に関わることを行ってもらおうというものです。その内容は教員にまかせられています。私の研究室では、学生が自分で見たいものを持ってきて電子顕微鏡で覗くということを行いました。表紙の写真はコケを持ってきた学生が撮影した胞子体の電顕写真です。新入生は普段は何気なく見ているコケの胞子体がとても精巧なのに、感動していました。

(石川県立大学 農学博士 古賀博則)

本号の誌面

農と緑のための土と肥料のはなし(その19) ……1	
——天然ゼオライトの農作物への放射性セシウム吸収抑制効果(その2)——	
現場における病害管理(43) ……8	
——気象データを夏のベントグリーンの病害管理に生かそう(その3)——	
グリーン考現学(27) ……10	
——現代日本における「緑花ブーム」と言える事象(手法)の展開と評価——	
自然を問い直す(11) ……18	
——森を学び舎に! ~森のようちえんと森のムッレ教室——	
雑草学講座: 雑草の素顔と付き合い方 ……24	
——その9——除草剤とは④: 抵抗性発現というリスク——	
芝蟲紳士録(その二十二) ……31	

農と緑のための土と肥料のはなし(その 19)

天然ゼオライトの農作物への放射性セシウム吸収抑制効果(その 2)

東京農業大学名誉教授 後藤 逸男



1. 南相馬市における農作物への放射性セシウム吸収抑制対策試験

(1) キュウリハウス土壌とキュウリの放射能強度

南相馬市原町区太田地区には、筆者らが主宰する農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」の常連会員が長年にわたりキュウリ栽培を続けてきた。3月11日の福島第一原子力発電所事故により、キュウリ栽培を断念して避難を余儀なくされた。その後6月に、原発から20.8kmに位置する自宅に戻り直ちにキュウリ栽培を再開した。そこで、2011年10



写真1 南相馬市原町区のキュウリハウスと水田(2011年10月)

月にキュウリハウスを訪ね、キュウリハウスとそれに隣接する水田で土壌を採取した(写真1)。

原発の事故が発生した2011年3月11日にはキュウリ栽培中でハウスの天窓は少し開いていたが、ハウス内の天井には保温のためのカーテンが掛けられていた。ハウス内の作土(15cm)から採取した土壌の ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計強度は18Bq/kgにすぎなかった。一方、 ^{40}K の強度は486Bq/kgと放射性セシウムの約30倍であった。また、同じ日に採取したキュウリの放射能分析では ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs はいずれも検出限界以下であった。(表1)。

このように、被災時期に被覆されていたハウス内の土壌では放射能による汚染は認められなかった。また、そこで生産されたキュウリにも、放射性セシウムは検出されず、「安全・安心キュウリ」であることが確認された。しかし、残念ながら、世間の風評被害を完全に克服するには至っていない。

(2) キュウリハウスに隣接する水田の放射能強度

キュウリハウスに隣接する水田から作土(15cm)を採取し、放射能を測定した結果、 ^{134}Cs 1137Bq/kg、 ^{137}Cs 1428Bq/kgで合計約2600Bq/kgであった(表1)。ハウスと露地の水田で著しく大きく相

表1 キュウリハウスと水田作土およびキュウリの放射能強度

試料	^{134}Cs	^{137}Cs	Cs 合計	^{40}K
キュウリハウス作土	6	12	18	486
隣接水田作土	1137	1428	2565	493
キュウリ	N.D. (1.2 以下)	N.D. (1.3 以下)	N.D. (1.5 以下)	67

試料採取・測定：2011年9月

単位：土壌は乾土当たり、キュウリは現物当たりのBq/kg

検出器：ゲルマニウム半導体検出器

土壌分析での検出限界： ^{134}Cs 4.6Bq/kg ^{137}Cs 4.8Bq/kg ^{40}K 9.4Bq/kg



写真2 南相馬市の水田におけるゼオライト施用 (左)・作土混層作業 (右) (2011年12月)

違えることが明らかになった。2011年4月、農水省の指示により作土の放射性セシウム強度が5000Bq/kg以上の水田と30km圏内での23年度作水稲の作付けが制限された。本水田では後者の理由により作付けができず、一面の雑草田に変身していた。

2011年10月時点では、南相馬市内での24年産米の作付けが可能か否かは不明であったが、地元の意向で本水田を対象として、放射性セシウムの水稲への吸収抑制対策を実施することにした。

(3) 水田でのゼオライト施用・混層・反転作業

2011年9月に農水省より出された除染マニュアルでは、作土の放射能レベルが5000Bq/kg以下の水田では混層・反転する、とされている。筆者らもそれが適切と考え、混層あるいは反転して、作土の放射能レベルを下げた上で、カリウムやゼオライトの施用によりセシウムの水稲への吸収を抑制することにした。

そこで2011年12月に、水田へのゼオライト施用と混層作業を実施した(写真2)。70アールの水田にゼオライト1t/10a施用区と2t/10a施用区、無施用区(対照区)を設けた。供試ゼオライトには福島県桑折町の日東粉化(株)飯坂鉦山産の天然ゼオライトを用いた。モルデナイトを主成分とする陽イオン交換容量約150meq/100gのゼオライトである。

一連の作業に先立ち、本水田における放射能線量測定を行った。表2のように、地表より高さ1mでの空中線量は $0.44\mu\text{Sv/h}$ であった。また、地表面では $0.19\sim 0.22\mu\text{Sv/h}$ であった。その後、800kgのフ

表2 ゼオライト施用・作土混層に伴う放射線量の変化($\mu\text{Sv/h}$)

試験区	測定位置	耕耘前	耕耘後
ゼオライト0t/10a	地上1m	0.44	0.40
	地表(遮蔽)	0.20	0.16
ゼオライト1t/10a	地上1m	0.44	0.40
	地表(遮蔽)	0.24	0.18
ゼオライト2t/10a	地上1m	0.44	0.38
	地表(遮蔽)	0.24	0.16

線量計:アロカ製シンチレーションサーベイメーター(TCS-172B)

レコン入りゼオライトをライムソーに移し、所定量散布した。次に、水田全面に深さ20cmを目標としてロータリー耕により作土を混層した。本水田ではすでにロータリーによる混層が行われていたが、新たな混層作業でわずかな線量の低減が認められ、 $0.13\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ となった。ロータリーによる耕耘後に各試験区から採取した作土(15cm)の ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計強度は乾土当たり平均1740Bq/kgであった。あらかじめ、ロータリー耕が行われていたので、混層前後の放射能強度に顕著な相違は認められなかった。

(4) 水稲試験作付

①試験区設計

南相馬市では2012年3月に市内全域での24年産水稲作付けの全面的制限を決定し、市内130ヶ所の水田約15haで「平成24年度地域水田再生試験栽培事業」として水稲の試験作付を行うことになった。そこで、筆者らは上記水田での試験作付を南相馬市

表3 試験作付水田における茎葉（幼穂形成期）と玄米中の放射能強度（乾物当たり Bq/kg）

ゼオライト 施用量	カリウム 施用量	稲茎葉の放射能強度			玄米の放射能強度		
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	Cs 合計	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	Cs 合計
0t/10a	5kg/10a	24.4	37.6	62.0	6.1	10.5	16.6
	30kg/10a	7.6	12.4	20.0	2.5	3.9	6.4
1t/10a	5kg/10a	14.2	20.4	34.6	4.5	7.3	11.8
	30kg/10a	7.8	12.2	20.0	2.4	3.6	6.0
2t/10a	5kg/10a	7.6	12.7	20.3	2.4	3.9	6.3
	30kg/10a	6.7	9.1	15.8	2.0	3.3	5.3

放射能測定：ゲルマニウム検出器（キャンベラ社）
 茎葉：U8 容器による 12 時間測定 合計検出限界：10Bq kg⁻¹
 玄米：2 リッターマリネリ容器による 80 分測定 合計検出限界：5Bq kg⁻¹

表4 試験作付水田における玄米収量、食味値および茎葉のカリウム吸収量

ゼオライト 施用量	カリウム 施用量	玄米収量 kg /10a	食味値測定値* ¹		茎葉の K ₂ O 吸収量* ³
			タンパク質* ²	スコア	
0t/10a	5kg/10a	449	6.0	78.7	13.6
	30kg/10a	493	6.1	76.7	16.3
1t/10a	5kg/10a	530	6.4	73.7	19.8
	30kg/10a	609	6.4	73.0	16.8
2t/10a	5kg/10a	553	6.2	76.7	18.9
	30kg/10a	676	6.5	72.3	18.5

*¹：静岡精器 PS-500 による測定 *²：% *³：kg/10a

に申請し、「圃場番号 126」として認められた。

2012年4月に上記の水田30アールにゼオライト0, 1, 2t/10a区とカリウム標準区（塩化カリウムをK₂Oとして5kg/10a）とカリウム多量区（塩化カリウムをK₂Oとして5+25=30kg/10a）を組み合わせた6区の試験区を設けた。全試験区に窒素5kg/10a、リン酸4kg/10a、カリ5kg/10a（指定配合肥料）を施用して、5月20日に水稻（ひとめぼれ）を定植した。

②水稻の放射能強度と玄米収量・食味値

2012年産水稻の幼穂形成期茎葉と玄米のゲルマニウム検出器による放射性セシウム強度を表3に示す。また、玄米の収量と食味計（静岡精器 PS-500）によるタンパク質含有量・食味値、および水稻茎葉のカリウム吸収量を表4に示す。

玄米中の放射能強度はゼオライト無施用・カリウム標準施用区で最も高く、17Bq/kgであったが、

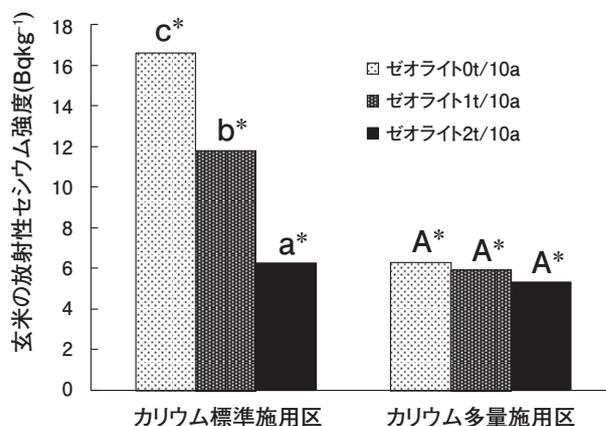


図1 ゼオライトの施用が玄米の放射性セシウム強度に及ぼす影響
 *：Tukey法同一アルファベット間に有意差なし。
 α=0.25, n=3

カリウム肥料およびゼオライトの施用により5~6Bq/kgに低減された。その低減要因を解析した結果、図1のようにカリウム多量施用区ではゼオライトの効果は認められなかったが、カリウム標準施用区ではゼオライトの施用により放射性セシウム強度が低下する傾向にあった。玄米収量については、

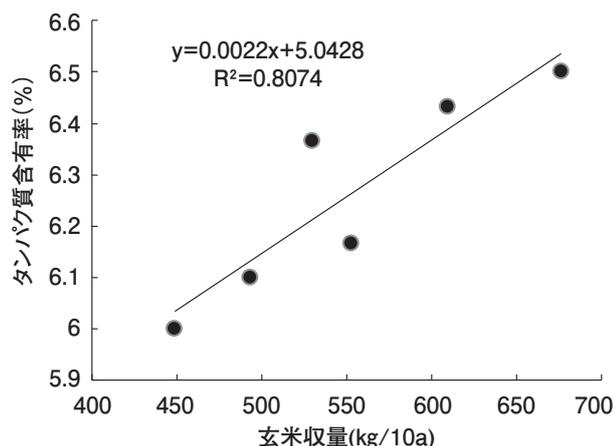


図2 玄米収量とタンパク質含有量との相関性

カリウム肥料とゼオライトの施用により増収した。また、玄米収量の増加に伴いタンパク質含有量も増加し、両者間には図2のように高い正の相関性が認められた。食味値スコアは低下する傾向にあり、タンパク質含有量の増加と食味値低下要因を統計的に解析した結果、カリウム施用よりゼオライトの施用による影響が強い傾向にあった。このような玄米増収はゼオライトのアンモニウムイオン特異捕捉性により、水稻にアンモニウムイオンが効率よく供給されたためと考えられる。なお、水稻に対するゼオライトの施用効果は沼倉ら¹⁾や坪田ら^{2,3)}によっても報告されている。

セシウムはカリウムと同じような挙動をする同族元素であるので、カリウム肥料を施用して、植物へのカリウム吸収を促進すれば、セシウムの吸収を抑制できることが明らかになっていて、現状では土壤中に25mg/100g以上の交換性カリウムが存在すれば、水稻へのセシウム吸収が抑えられるとされている⁴⁾。生育途中で採取した作土の6, 7, 8月の交換性カリウム量は表4のとおりであった。6月におけるゼオライト無施用(0t/10a)区のカリウム標準(5kg/10a)区で交換性カリウム量は18mg/100gであったが、その他の試験区では25mg/100gを上回っていた。カリウム標準区でも交換性カリウムが増加した原因はゼオライト中に交換性カリウムが含まれるためである。その後の水稻の生育に伴い、交換性カリウム量は全ての試験区で減少し、8月には15~25mg/100gとなった。

一方、アンモニウムイオンについてはセシウムイ

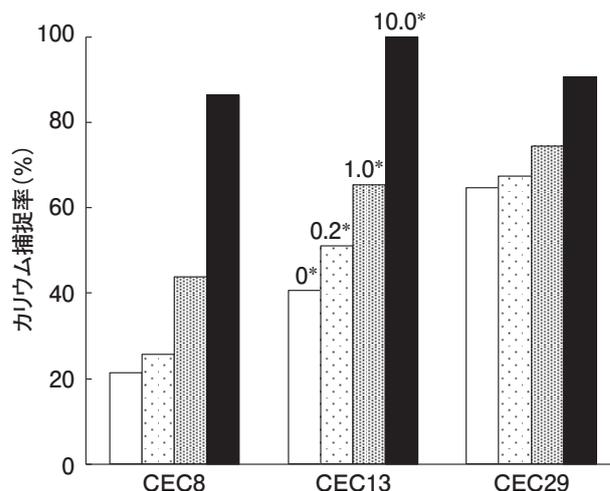


図3 土壌のCECとゼオライトの施用がカリウム捕捉率に及ぼす影響 *ゼオライト添加量(%)

オンとの競合は認められず、天正ら⁵⁾は水稻の幼植物栽培試験で窒素肥料の施用により放射性セシウム吸収が促進されたとしている。また、塚田ら⁶⁾や中尾ら⁷⁾はカリウムイオンより交換浸入力強いアンモニウムイオンが土壤中に施用されると土壤に交換捕捉されているセシウムイオンが追い出されるため、植物に吸収されやすくなるとしている。

しかし、本試験ではゼオライトの施用により土壤中でのアンモニウムイオンの水稻への可給性が向上したにもかかわらず、稲体への放射性セシウム吸収促進は認められず、むしろ軽減される傾向にあった。収穫した茎葉中のカリウム含有量を分析し、試験区毎の水稻へのカリウム吸収量を比較した結果、表4のようにカリ肥料とゼオライト施用により増加した。すなわち、ゼオライトの施用により窒素の肥効率が高まり水稻の生育が増進した。それに伴いカリウム吸収量が増加して、土壤中のカリウムイオンとセシウムイオンの競合が生じて水稻へのセシウム吸収が抑制されたと考えることができる。

2. ゼオライト施用土壤中でのカリウムイオンの挙動

2012年、福島県内では水稻への放射性セシウム吸収抑制対策としてク溶性のケイ酸カリウムか水溶性の塩化カリウムのいずれかが施用されたが、その後福島県などの試験で後者が優ることが明らかにされた。しかし、土壤に塩化カリウムのような水溶性

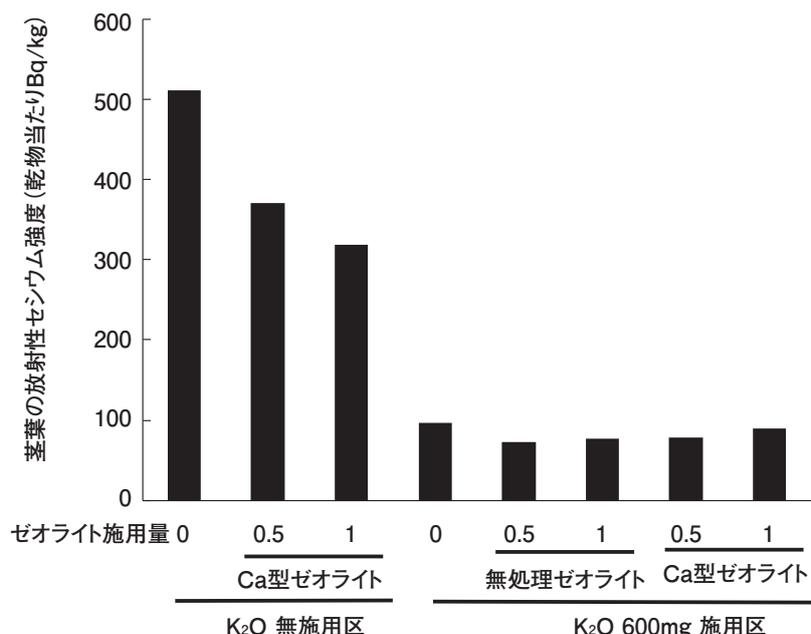


図4 カリウムとゼオライトの施用が水稻茎葉の放射性セシウム強度に及ぼす影響

肥料を施用すると CEC の小さな土壌ほど水溶性カリウムの割合が増加し、畑では降雨による溶脱、水田では減水深による溶脱や水田表面からの流出で作土内から減少する可能性がある。

そこで、福島県伊達市の水田から採取した CEC 8, 13, 29meq/100g の土壌にゼオライトを 0, 0.2, 1.0, 10% と塩化カリウムを K₂O として 0, 50mg/100g 添加して、5 時間振とうさせ土壌にカリウムイオンを十分捕捉させた。その後、過剰の塩化カリウムを 80% メタノールで除去し、交換性カリウムを分析した。土壌に添加したカリウム量に対する交換性カリウム増加量の割合 (%) をカリウム捕捉率とすると、図 3 のようにゼオライト無施用区間の比較では、土壌の CEC が大きいほどカリウムが土壌に交換捕捉された。また、同一土壌内での比較では、ゼオライト施用量が多くなるほどカリウム捕捉率が増加し、その効果は CEC の小さな土壌ほど大きかった。すなわち、放射性セシウム吸収抑制対策として塩化カリウムを用いる場合にはゼオライトを施用することにより土壌からカリウムイオンの溶脱や流出を抑制することができる。なお、アンモニウムイオンはカリウムイオンよりゼオライトに交換捕捉されやすいイオンであるので、カリウムイオン以上に溶脱や流出を抑制すると考えられる。

3. 水稻のポット栽培試験

上記の現地栽培試験とゼオライト施用土壌中でのカリウムイオンの挙動に関する実験結果を踏まえて、水稻のポット栽培試験を行った。

福島県伊達市の水田から採取した放射性セシウム強度 3,130Bq/kg、陽イオン交換容量 9.4meq/100g の土壌を供試し、図 4 に示す 8 試験区を設けて、1/5000a ワグネルポットにより水稻（品種：ひとめぼれ）を栽培した。栽培期間中には 24 時間当たり 1cm の減水深を想定して、ポット下部より 200ml の溶脱水を採取した。定植 48 日後の幼穂形成期に青刈りして放射性セシウム強度を測定した。なお、本試験のカリウム肥料施用区では、ゼオライト中に含まれる約 1% の K₂O 量を合計してポット当たり 600mg とした。

その結果、図 4 のようにゼオライトとカリウム肥料無施用区では 511Bq/kg と高い値を示したが、カリウム肥料施用区とゼオライト + カリウム肥料施用区では、いずれも 70~100Bq/kg にまで低減された。次に、塩化アンモニウムを用いてゼオライト中の交換性カリウムを 90% 除去した後交換基をカルシウムイオンで交換した脱カリウムゼオライト施用区のカリウム肥料無施用区では 0.5t/10a 相当量

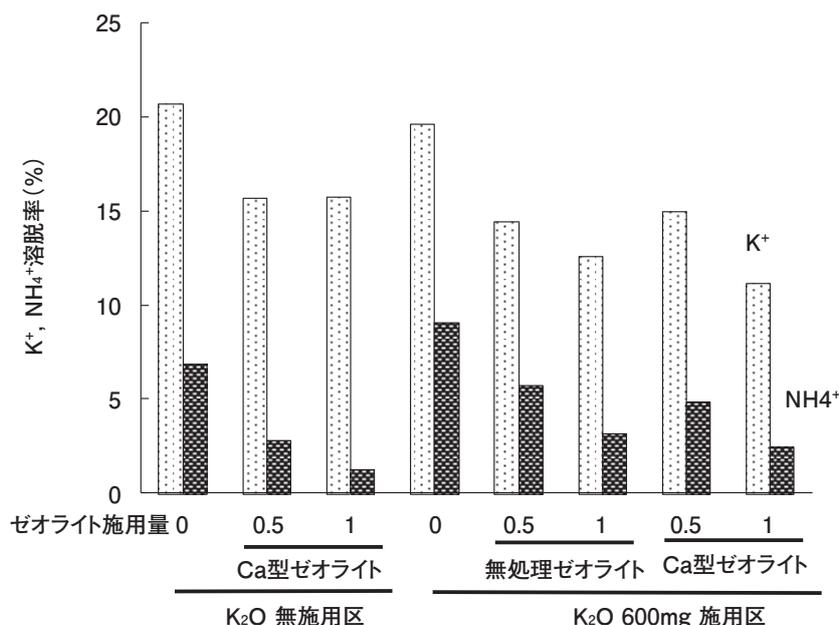


図5 ゼオライトの施用がカリウムイオンとアンモニウムイオンの溶脱率に及ぼす影響

施用区で 371Bq/kg、1t/10a 相当量施用区では 319Bq/kg に減少した。ただし、カリウム肥料施用区では無処理ゼオライト施用区あるいはゼオライト無施用区と同等の 80Bq/kg 程度まで下がった。すなわち、K₂O として 30kg /10a 程度のカリウムを施用すれば、ゼオライト施用の有無にかかわらず水稲への放射性セシウムの吸収移行を防止することができる。しかし、十分なカリウム肥料の補給が行われない場合には、ゼオライトの施用効果が期待できる。青刈りまでの栽培期間中におけるカリウムとアンモニウムイオン溶脱量は図 5 のようにゼオライトの施用により減少し、特にアンモニウムイオンで顕著であった。

5. ゼオライトの施用による水稲への放射性セシウム吸収抑制メカニズム

以上の結果より、ゼオライトの水田への施用は水稲への放射性セシウム吸収抑制に有効で、そのメカニズムは次のように推察される。

土壤に混入したセシウムイオンの多くは固定あるいは交換性イオンとなるが、ごく一部が水溶性イオンとして存在する。そこにゼオライトを施用すると、水溶性セシウムイオンが捕捉されるため、ゼオライト無施用区に比べて、土壤溶液中のセシウムイオン

濃度が低下する。そこに肥料としてアンモニウムイオンとカリウムイオンを補給すると、両イオン共にセシウムイオンと同じように挙動して、土壤溶液中のアンモニウムイオンとカリウムイオン濃度が低下する。セシウムイオンはアンモニウムイオンやカリウムイオンよりゼオライトに捕捉されやすいので、ゼオライト施用区の方が土壤溶液中の NH₄⁺+K⁺/Cs⁺ が上昇する。そのようなイオン組成を持つ土壤中に水稲根が伸びてくると、水稲はセシウムイオンよりカリウムイオンやアンモニウムイオンを好んで吸収するので競合的にセシウムの吸収が抑制される。水稲がカリウムイオン・アンモニウムイオンを吸収して土壤溶液中の両イオン濃度が低下すれば、ゼオライトや土壤に捕捉されている両イオンが離脱して、一定のイオン濃度比率が保たれるため、ゼオライト施用土壤中に両イオンがなくなるまでセシウムイオンの水稲への吸収が抑制される。

通常、水田では 20mm 前後の減水深を示す。その中には水田表面からの蒸散による減水も含まれるが、一部は下層に浸透するため、肥料として施用したアンモニウムイオンとカリウムイオンの一部が下層に溶脱する。また、多雨時などには田面水を排水するので、それによっても両イオンが流出する。しかし、ゼオライトを施用すれば、室内実験結果が示

表5 土壌中の交換性カリウム量の経時変化(2012年)

ゼオライト 施用量	カリウム 施用量	交換性 K ₂ O (mg/100g)		
		6月	7月	8月
0t/10a	5kg/10a	18	11	18
	30kg/10a	26	22	16
1t/10a	5kg/10a	28	20	15
	30kg/10a	40	26	17
2t/10a	5kg/10a	43	23	18
	30kg/10a	43	37	25

すように両イオンがゼオライトに捕捉されるので、窒素とカリウムの肥効率が高まり、玄米中のタンパク質含有量と収量の増加をもたらすと考えられる。

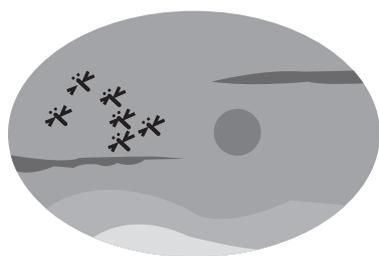
すなわち、放射性セシウムで汚染された水田へのゼオライトの役割は単なるセシウムイオンの捕捉ではなく、土壌中からのアンモニウムイオンとカリウムイオンの流出を抑制し、水稻への窒素とカリウムの肥効率を高めることにあると考えられる。従って、水田での放射性セシウム吸収抑制対策としては、カリウム肥料の多量施用ではなく、ゼオライトを施用した上で適正なカリウム施用量を決定すべきである。

天然ゼオライトには1%前後のK₂Oが含有され、当然のことながらそのカリウムもセシウム吸収抑制対策に有効である。カリウム鉱石はリン鉱石と異なり十分な埋蔵量がカナダなどで確認されているため当面枯渇する心配はないが、わが国で使われているカリウム肥料は全て輸入に依存している。一方、福島県や山形県内には無尽蔵とも言われる大量かつきわめて良質のゼオライト鉱床が埋蔵されている。これを農地の放射能対策資材として活用しない手はない。

参考文献

- 1) 沼倉正二・浅野岩夫・若生松部江:水田に対するゼオライトの施用効果に関する研究、宮城県農試報告、37、45-58 (1966)
- 2) 坪田五郎・宮脇謙三・三宅 信・小川昭夫:大谷石々粉の農業利用に関する研究(第一報)、栃木農試報告、4、35-56 (1960)
- 3) 坪田五郎・窪見晏伺・小川昭夫:同上(第二報)、7、79-88 (1963)
- 4) 福島県・農水省:放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について、(2013)
<http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/kome.pdf>
- 5) 天正 清・葉 可霖・三井進午:水稻による特異的セシウム吸収の機構、土肥誌、32、139-144 (1961)
- 6) 塚田祥文・武田 晃:放射性核種の作物への移行、最新農業技術土壌施肥編4、p.59-64、農文協、東京、(2012)
- 7) 中尾 淳・山口紀子:放射性物質の土壌中での動き、最新農業技術土壌施肥編4、p.49-57、農文協(東京)、(2012)

現場における病害管理(43)



気象データを夏のベントグリーンの病害管理に生かそう(その3)

(一財)関西グリーン研究所 所長
農学博士 一谷多喜郎

1. はじめに

各ゴルフ場で取っている梅雨前から夏にかけて気温などのデータで、その後の梅雨末期から盛夏にかけての生理障害や病害が予測できるとした^{1, 2)}。ここでいう生理障害や病害の予測とは、飽くまでも生理病や病気による被害の予測であって、生理病や伝染性の病気の発生予察ではない。

しかし、現実には気温などの気象データが取れないゴルフ場が多い。一方、長年行ってきた兵庫県内のAゴルフ場(北緯34度47分15秒、東経135度20分27秒、標高100m)での病害発生調査の結果から、病害に少発年や差替え、張替えが頻繁に行われた多発年のあることが明らかになった。また、このAゴルフ場がある町に隣接する三田市(北緯34度53分41秒、東経135度12分44秒)のアメダス(標高150m)の気象データによっても、Aゴルフ場で行った病害発生の予測が同様に行えることが判明した³⁾。

ここでは、緯度と経度が異なる近畿地方2府4県における8か所のアメダスの気象データが近畿一円のゴルフ場における病害などの発生予測に使えないかどうかを検討した。前報^{2, 3)}も併せ読んで欲しい。

2. アメダスからの気象データの入手

当研究所のほとんどのゴルフ場会員は2府4県の近畿地方に散在する。この地方における夏場のベントグリーンの病気などによる被害予測を行うため、8か所のアメダスから気温のデータを入手した。

3. アメダスの気象データによる生理障害及び病害の予測

平成18(2006)~26(2014)年の5~8月におけるアメダスの最高と最低気温を、既報^{2, 3)}のように5, 6月の梅雨前~梅雨期と7, 8月の梅雨明け~夏期に分けて集計し、梅雨明けから夏にかけて続発する生理障害や病害が出る可能性を予測した(表1, 2)。

表1 経度を異にするアメダスの梅雨前から夏期の気温によるベントグリーンにおける夏場の生理障害及び病害の発生予測

アメダスの地点 ^{a)}	気温(℃)	梅雨前~梅雨期			梅雨明け~夏期		
		少発年 ^{b)}	多発年 ^{c)}	多発年—少発年	少発年 ^{b)}	多発年 ^{c)}	多発年—少発年
兵庫県 福崎町	最高	26.4	26.5	+ 0.1	32.1	33.1	+1.0
	最低	15.6	15.7	+ 0.1	23.1	23.8	+0.7
兵庫県 三田市	最高	24.9	24.4	- 0.5	30.7	31.4	+0.7
	最低	14.3	14.5	+ 0.2	21.9	22.6	+0.7
大阪府 枚方市	最高	26.8	26.4	- 0.4	32.8	33.4	+0.6
	最低	16.9	17.0	+ 0.1	16.9	17.0	+0.1
奈良県 宇陀市	最高	24.5	24.3	- 0.2	30.2	31.8	+1.6
	最低	13.2	13.5	+ 0.3	20.5	21.2	+0.7

^{a)} ■兵庫県福崎町：北緯34度57分00秒、東経134度44分09秒、標高72m ■兵庫県三田市：北緯34度53分07秒、東経135度12分07秒、標高150m
■大阪府枚方市：北緯34度48分05秒、東経135度40分03秒、標高26m ■奈良県宇陀市：北緯34度29分03秒、東経135度55分09秒、標高349m
^{b)} 2007、2009、2011、2012、2013、2014年 ^{c)} 2006、2010年

表2 緯度を異にするアメダスの梅雨前から夏期の気温によるベントグリーンにおける夏場の生理障害及び病害の発生予測

アメダスの地点 ^{a)}	気温(℃)	梅雨前～梅雨期			梅雨明け～夏期		
		少発年 ^{b)}	多発年 ^{c)}	多発年—少発年	少発年 ^{b)}	多発年 ^{c)}	多発年—少発年
和歌山県 日高川町	最高 最低	25.1 15.9	24.7 16.3	- 0.4 + 0.4	30.8 22.6	31.2 23.2	+ 0.4 + 0.6
大阪府 熊取町	最高 最低	25.3 16.5	25.0 16.7	- 0.3 + 0.2	31.3 23.5	31.7 24.1	+ 0.4 + 0.6
滋賀県 東近江市	最高 最低	25.4 14.9	25.1 14.9	- 0.3 0.0	31.8 22.2	32.4 22.8	+ 0.6 + 0.6
兵庫県 豊岡市	最高 最低	26.0 15.3	25.6 15.2	- 0.4 - 0.1	32.1 22.9	33.0 23.4	+ 0.9 + 0.5

^{a)} ■和歌山県日高川町：北緯 33 度 53 分 06 秒、東経 135 度 13 分 00 秒、標高 84 m ■大阪府熊取町：北緯 34 度 23 分 01 秒、東経 135 度 21 分 00 秒、標高 68 m
 ■滋賀県東近江市：北緯 35 度 03 分 07 秒、東経 136 度 11 分 04 秒、標高 128 m ■兵庫県豊岡市：北緯 35 度 32 分 01 秒、東経 134 度 49 分 03 秒、標高 3.4 m
^{b)} ^{c)} 表 1 に同じ

表 1 から、近畿地方で経度が異なるアメダスの、特に 7、8 月の梅雨明けから夏期の最高と最低気温が高めの時、アメダス周辺のゴルフ場では生理障害や病害の多発する恐れがあると言える。

表 2 から、近畿地方で緯度が異なるアメダスの、特に 7、8 月の梅雨明けから夏期の最高と最低気温が高めの時、アメダス周辺のゴルフ場では生理障害及び病害の多発する恐れがあると言える。

表 1、2 から、近畿地方では梅雨明けから夏の最高と最低気温が高めに推移すると、それに続く夏場のベントグリーンには生理障害や病害が多発し、大きな被害をもたらす可能性が高いことが明らかになった。

4. 考察

9 年という比較的短期間ではあるが、梅雨前から夏期までの近畿地方 8 地点のアメダスから入手した気温と A ゴルフ場での病害発生と気温との関係性から、近畿地方のアメダスの、特に 7、8 月の最高と最低気温が高めの時、この地方のゴルフ場では生理障害や病害が多発する恐れのあることが分かった。

ここで選んだアメダスの各地点は、A ゴルフ場(標高は 100m)と同じ近畿地方にあり、被害予測のために選んだ 8 地点のアメダスは、山頂や海岸近くに設置されているものを除外し、標高も 3.4~349m の範囲内にあるものであった。各ゴルフ場が選ぶアメダスは少し南寄りでは標高も低めであれば、少発年と多発年との差がより鮮明に現れ、被害の発生予測が

一層容易になると思われた。

ここでは、コース現場における実用性を考慮し、気温のみで被害予測を試みた。しかし、梅雨前から梅雨期の過剰散水や多雨、あるいは床土の透水不良などが重なると、梅雨明けから盛夏にかけての生理障害・病害の発生を増大させるようである。さらに、曇天・多雨は軸刈りなどの生理障害を引き起こしやすく、その後に病害を本格的に起こさせるようで、今後は雨量、日照時間(日射量)や風速を考慮すれば、病害発生予測の精度はさらに高まるものと思われる。

5. おわりに

最寄りのアメダスの特に梅雨末期から夏期にかけての最高及び最低の気温から、近畿地方のゴルフ場ではその年の梅雨明けから夏の生理障害・病害の予測が可能になると考えられた。これに雨量、日照時間(日射量)、風速を加味すれば、さらに精度は高まるものと考えられる。

6. 引用文献

- 1) 一谷多喜郎 (2013) : 梅雨明けの生理障害・病害の発生予察—特に近年の気象データに基づく予測の試み—ゴルフマネジメント 370 (8) : 90-94.
- 2) 一谷多喜郎 (2014) : 気象データを夏のベントグリーンの病害管理に生かそう (その 1). グリーンニュース 93 : 5-7.
- 3) 一谷多喜郎 (2015) : 気象データを夏のベントグリーンの病害管理に生かそう (その 2). 同誌 94 : 5-7.

グリーン考現学(27)

現代日本における「緑花ブーム」と言える事象(手法)の展開と評価

東京農業大学名誉教授
造園伝道師 近藤 三雄



1. はじめに

広辞苑によれば、ブームとは「ある物事がにわかに盛んになること」と解説されている。緑化事業に関しても、筆者が造園学を学び始めて今日に至る約半世紀(50年)の間、その時々¹の社会情勢を反映して、まさにブームと呼ぶにふさわしい事象(手法)が様々に展開した。

本稿ではそれらを一括し、ブームと称してよい事象が何をきっかけとして起こり、どういう展開となり、現在ではいかなる状況にあるのか、園芸の分野も一部含め「緑花ブーム」の栄枯盛衰について概説してみたい。特にかつての「緑花ブーム」であった事象を現代で焼き直すと、いかなる事業やビジネスが改めて再生できるかについても私見を論じたい。

なお、本稿で取り上げた16項目の事象だけが緑花ブームであったのかという点と必ずしもそうではない。あくまでも筆者の視野の範囲内で取り上げただけである。あるいは緑花ブームと呼ぶにふさわしくないもの、値しない事象も混在していると思うが、この点もご容赦願いたい。

なお、「緑花」という語の発案者は筆者である。今から40年前、「花と緑による快適なまちづくり」を願い、その種の気運を盛り上げたい、つまりブーム化することをねらい、「緑化」に代る語として考え出したものである。国語辞書にはのっていない。因みに「緑化」の語が初めて国語辞書に収載されたのが昭和30(1955)年と言われている。もちろん、それより古くから緑化という語は使われていたが、いつ誰が初めて使ったのかは明らかとなっていない。いずれ明らかにしたいと考えている。

2. 雑木(ぞうき)の庭

石材や樹木の仕立物で構成される伝統的な日本庭園ではなく、雑木林を構成する落葉広葉樹を主体に、その足元に下草を配した、いわゆる雑木林の一部を切りとったような風情を醸す庭づくりが「雑木の庭」と称され、昭和30年代から50年代にかけてもはやされるようになった。家庭やホテルの庭などに、その手法が導入された。この時代、公害や環境問題が顕在化してきた反動として、より自然風の庭づくりが市民から受け入れられるようになってきたものと思われる。

近年、里山がいろいろな場面で改めて脚光を浴びるようになり、「里山風庭づくり」が一部で行われるようになったが、まさに往事の「雑木の庭」を彷彿とさせる庭づくりといえる。

3. 潜在自然植生理論に基づく「ふるさとの森づくり」

「その土地の潜在自然植生を構成する樹種のポット苗を表土を台形状に盛った基盤に1m²当り5本程度密植することによって、その後、一切の維持管理をすることなく、数10年後には立派な自然林が出来上る」という巧みな説教によって1970年代の工場緑化から東日本大地震の津波被害によって壊滅した海岸林の再生まで、この半世紀の間にこの手法によって緑化された空間は枚挙にいとまがない。人によって多少評価が異なるが、筆者に言わせれば、立派な自然林が形成された事例はない。遠目には一見、それらしく見えても間近かで見れば全く自然林と呼べる様相になっていない。当初、密植した苗木が提唱者の言うように生長に従い自然淘汰が起こら

ず、1本1本は極めて貧弱なまま、足の踏み場もないほど密生し、筆者が断じる「もやしの森」以外の何物でもない。一部の良識のある管理者が間伐を提案してもそれが許されない。このような現実が直視されず、提唱者の言葉巧みな話術に心酔し、「管理は一切不要である」という甘言に乗る事業者が現れないことをひたすら祈る。

4. 公害・大気汚染に強い樹種

まさに緑化木の生産は時代を映す。昭和30年代から50年代にかけて、日本は公害・環境問題に正面から取り組み、その改善をも期待し、自動車の排気ガス・大気汚染に強い樹木あるいはそれらの浄化能力の高い樹種として検証されたものの生産が盛んに奨励された。その代表的樹種の1つとしてキョウチクトウの植栽が全国に広がった。猫も杓子もという感じになり、次第に飽きられ、今や都市内でも散見される程度となった。「2020東京オリンピック」の開催が決定され、改めて「真夏に咲く花」として、その存在が注目されるようになった。

PM2.5などの深刻な大気汚染に直面している中国では、かつての日本のように、都市緑化事業において大気汚染に強い樹木の供給が注目されている。

5. 生垣用樹種の流行、廃り

大きく言えば昭和40年代以降はカイズカイブキ、その後のベニカナメモチ“レッドロビン”、今はトキワマンサクと分譲住宅地の生垣の樹種を見るだけで、その住宅のおおよその建設年度が解かるといわれるぐらい、生垣用樹種の流行、廃りは顕著である。

植木生産者は売れるものに飛びつくのが世の常である。ただし緑化木は生き物であり、工業製品ではない。たちまち製品化出来るものではない。栽培に着手して、数年の生長期間を経て、ようやく商品となる。一定形状の商品となった時点でブームは過ぎ去り、大量に売れ残り、大量処分を余儀なくされる憂き目にあう。

ただし、近年、新たに造成された分譲住宅地を見ると、それぞれの住宅に、いわゆる専用庭的な空間はなく、敷地一杯に2階建の建物とカーポート（駐車場）が設けられ、それらのすき間空間に、わずか

ばかりの樹木やグラウンドカバープランツが修景的に散植され、敷地境界の区切り、囲いの役目を果たす生垣は設けないスタイルが大半である。新しい街からは生垣が消えた。生垣用樹種生産事業、受難の時代である。

6. 無剪定街路樹、のびのび街路樹、緑陰道路

昭和30年代まで東京都では、都の職員が剪定作業を請負う造園会社のスタッフを集め、代表的樹種に関して自ら木に登り、剪定方法について講習を行ったほど、街路樹の剪定作業は、その美性と健全性を担保するために不可欠な管理作業である。

時代が移り、昭和50年代になると、台風対策もあり、剪定技術の低下も手伝い、緑陰が欲しい頃に街路樹を丸坊主にする方式が横行し、その理不尽さがマスコミで大きく報道されると、すかさず一部の自治体が、街路樹の管理費を節減したいという本音を隠し、「無剪定街路樹」「のびのび街路樹」などの施策を打出した。豊かな緑景観の確保などをスローガンとし、無剪定とすることが正義であるとうたったこともあり、多くの自治体にその動きは広がった。また、都市のヒートアイランド現象が顕在化してくると、一部の識者の指摘に基き、国は「緑陰道路プロジェクト」なるものを立上げ、路線によっては剪定せずに大きく伸ばす街路樹の育成を指導した。

近年では各地で戦後、植栽した街路樹が道路の幅員に収まらないまでに大きく成長し、その樹形の縮小化、あるいは樹種転換が検討されるようになった。一方では熱中症対策としての街路樹の緑陰効果が評価されるようになった。筆者は街路樹の夏の緑陰効果を保ちつつ、台風対策も考え、個々の街路樹の美性と健全性を保つための「透かし剪定」の励行が望ましいと考える。いずれにしても財政難の時代、街路樹の存立意義とそれを担保するための管理経費とのかねあいが悩ましい課題として残る。剪定作業を請負う側の日本造園建設業協会が自助努力として「街路樹剪定士」の資格制度を立ち上げたことは高く評価してよい。「街路樹剪定士」の有資格者が自ら剪定作業が実施できる体制を持った企業にしか、剪定作業を発注しないという決まりをつくることが

都市に健全で美しい街路樹を育成する鍵となる。

7. 無農薬ゴルフ場と緑地の無農薬管理

本稿では紙幅の関係もあり、これらに関しての顛末について詳述するつもりは毛頭ない。ただし緑化ブームに関連した事象として触れないわけにはいかない。

当時の千葉県英断あるいは暴挙、様々な見方ができるが、ある意味ではこれまで当り前に行ってきた慣行的な対応を根底から覆すような施策の事業展開は世間に強烈なショックを与えた。これまで広く緑化に係わる事象の中で、これほどセンセーショナルなトピックス的なことはなかった。

当時、様々な反応があった。中でも筆者を驚かせたのが「災い転じて福と成す」あるいは「千載一遇のビジネスチャンス」とばかり、農薬に代る代替資材が巷に溢れたことである。「用法・用量を守って適正な農薬の使用」を説く筆者の所にも様々な資材が持ちこまれ、その効能試験の依頼があった。全て断ったが、話だけでも聞いてくれと押しかける人もいた。目を輝かせ、その効能の素晴らしさを眼前で説かれると、科学的な理屈・理論はともかくとして思わずひきこまれそうになったものもある。それらの情報を一括した書籍も刊行された。知る限り、その商品名を今に残すものはない。霧散霧消した。

今に至る困ったことに、このことを契機として、改めて「農薬は危険で怖い、使わない方がよい」という風潮が起こり、多くの役所や公園緑地の管理において「極力、農薬を使用しない」という方針が打ち出され、「農薬による適正管理」が否定されるような状況になったことである。

病害虫に侵され、植物が枯損したり、そのために景観が悪化するだけではなく、アメリカシロヒトリやチャドクガの幼虫、ワルナスビやメリケントキンソウなど人的被害をもたらす害虫や雑草が発生してもそのまま放置されるケースもある。

2015年、東京都心の公園緑地を舞台として起った「 Deng 熱騒動」、Deng 熱も怖い、それを媒介するヒトスジシマカ（ヤブカ）を駆除するための殺虫剤（農薬ではなく医薬品または防除用医薬部外品）の散布も怖いあるいは生態系や生物多様性への

影響を懸念する声も上がった。何とも悩ましい話である。

かつての「無農薬ゴルフ場」「無農薬管理」の余波が時を超え、多くの国民に極度の農薬や殺虫剤の使用へのアレルギー症状を起している。国や地方自治体あるいは新聞等のマスコミは登録農薬等による用量・用法を守った駆除対策の正当性を情宣すべきである。

8. ワイルドフラワーによる緑化

花による緑化の切り札として、筆者らが主導したワイルドフラワーによる緑化手法とは「種子等で容易に繁殖し、放植にも耐える世界中の野生草花あるいは園芸用草花の草種を用いて廉価でワイルドな花景観を創出しようとする緑化手法で、1年草・多年草の草花の種子を10~30種類内外混播することで、植替えもせず、次々と咲く花によって都合8ヶ月間内外開花状態が鑑賞できる画期的な手法」であった。

1980年代から瞬く間にこの手法による緑化事業が進展し、多くの園芸・緑化関係企業が独自の工法開発事業に取り組んだ。筆者らも「花博」開催年の1990年には、そのノウハウを解説した『ワイルドフラワーによる緑化の手引—花による空間演出—』を（社）道路緑化保全協会から出版した。

その後、一部の後発企業が仕事欲しさから「播種するだけで、後の維持管理は不要で長年月、開花状況が楽しめる」という営業トークで仕事をとり、2~3年で雑草畑と化し、クレームが相次いだ。さらにワイルドフラワーによる緑化の主要草種である北米原産のオオキンケイギクが環境省の「外来生物法」によって特定外来生物に指定されたことによって一気にブームは去った。

筆者は、所定の除草管理を行えば、建設予定地などを暫定的に花園に代える手法としては極めて有効であり、オオキンケイギクも特定外来生物の汚名を解除すべきであると論陣をはったが、多勢に無勢、ブームの再来はなかった。ただし、今でもオオキンケイギクを混播草種からはずした形で、時折、この手法で緑化してある空間に出会う。なつかしく、嬉しい気分になる。

なお、わが国では「外来生物法」が制定されて以

降、緑化に使用する植物は外来植物ではなく在来植物でという気運が一気に高まった。しかしながら現実的ではない場面も多く、また園芸大国イギリスでも一時外来植物を排斥する動きが強まったが、最近になり「外来植物、全国的な侵略の恐れなし」とする見解が示されたり、外来植物を擁護する動きも出てきている。日本でもいずれ、そのような見解や動きが出てきて、「ワイルドフラワーによる緑化手法」が再び注目を浴びる時代の到来を願う。機会があれば、本連載で外来植物の見直し論を詳述してみたい。

9. 緑のもたらす心理・生理的効果、 「フィトンチッド」による森の効用

1970年代から都市の緑や緑化の存在意義や必要性を説く論拠として、科学的な実証実験に基づく数値的説明が何よりであるということから専門外でもあり、心理学、運動生理、労働科学の専門家に教を乞い、その実証的研究に取組んだ。その成果を学会誌等に発表すると当時の新聞、テレビは大きく報じてくれた。この種の新たな知見を流布するためにはマスコミの力は絶大であることをこの時初めて学んだ。その後も同じデータを新緑の時期になると他社の新聞、テレビが繰り返し報じてくれた。

その後、今に至るまで、次々とさまざまな研究者によって筆者らが行った実験手法とほとんど変わらず最新の測定機器を使った緑のもたらす心理・生理あるいは健康にもたらす効果を実証する研究が行われてきた。この種の動きは歓迎すべきことであった。ただし、緑の効果を実証した先駆的な研究成果を紹介する記事では必ず、当初は「緑の中での運動は疲労の回復が速まる」「観葉植物を見ると目の疲れが癒される」というフレーズの前に「東京農大の近藤らの研究による」という前書がついたが今では後発の研究者の名前に変わってしまったのには何とも複雑な思いがする。「元祖」が変わってしまった。

また同じ1970年代、神山恵三氏によって紹介された「森の中に入ると気分が安まるのはフィトンチッドと呼ばれる物質が森林を構成する樹木から発散されるため」というレニングラード大学のB.P. トーキン教授の成果に基づく論説は多くの人を触発した。筆者もその1人であった。神山氏の論文、図書

は全て読んだ。筆者の脳裏には「フィトンチッド」「森林浴」といえば神山氏という図式が成り立っていた。近年、新たな研究者によって森林の効用やフィトンチッドの話がされるようになったが、彼らの説明の中には先人の神山氏の功績をたたえる言葉はない。何とも不思議で寂しい感じがする。

緑化や森林の大切を訴えるために、その効用を科学的に明らかにすることが何よりであるところ半世紀近く思い続けてきて、内外の研究者によるおびただしい数の関連する研究データもそろってきたが、今の認識として「効用論」を幾ら並べたてても、関連する緑化事業の拡大にはあまり結びつかないというのが率直な感想である。つまりその種の研究は筆者を含めて研究者の自己満足でしかなかったようにしか思えない。あるいは話としてはおもしろく、緑化の意義の普及啓蒙に貢献したが実利を生むほどではなかった。

最近になり、一部の園芸の関係者等が、緑や緑化の心理・生理あるいは健康に及ぼす効果を前面に出し、観葉植物等による屋内緑化事業の興隆やビジネスチャンスの拡大を図ることを目的に「屋内緑化推進協議会」なる組織を新たに立ち上げたが、目論み通り、事が運ぶかどうか、いぶかしく思っている。

10. アトリウム(室内)空間の緑化

1960年代後半から大規模な吹抜け構造をもった建築物の世界的な流行に伴ない、その中庭(アトリウム)空間を様々な意匠を凝らし緑化する動きがアメリカを中心に世界中で起った。日本でも同様な展開があり、その起点となった1972年に造成された大阪の大同生命本社ビル内のアトリウム空間の緑化である。スギ等を大量に植栽した事例は関係者の度肝を抜いた。

その後、次々とアトリウム空間の緑化事例が増え、関係者はアトリウム空間の緑化先進国のアメリカに視察に行き、それらの情報を含めた図書や雑誌の特集号も相次いで刊行された。筆者らもその普及啓蒙のため各所で「アトリウム空間の緑化あるいは室内緑化」を銘うった講演会に頻りに駆り出された。

緑化材料も室内という光条件の制約をはじめ、屋

外とは異なる特殊な環境条件下でも確実に生育が可能な熱帯・亜熱帯原産の観葉植物が中心となり、その主役を果たしたのがフィカス・ベンジャミンである。一時、日本中のアトリウム空間がフィカス・ベンジャミンで席卷された。アトリウム（室内）の緑化景観の画一化を招いた。その反省から日本産の樹木、和木（和物）による緑化を推進する動きが徐々に高まり、少しでも室内の低照度条件下でも耐性を発揮する水耕和木の生産なども行われるようになった。あるいは専用の補光装置の開発など、関連するビジネスもさまざまに芽生えた頃に、防災上や省エネの観点から、さらにバブル経済がはじけたこともあり大規模な吹抜け構造を有した建築物の新設がにわか減少するとともに室内緑化事業が減退した。

その後、改めて室内緑化事業の興隆を旨として関係企業が室内の空気浄化を旗印に掲げた策略を巡らしたが不発に終わった。前の章でも触れたが、2014年に園芸を中心とする企業がかつての室内緑化ブームの再来をねらい「屋内緑化推進協議会」を立ち上げた。近年の施工事例を見ると、室内の壁面空間をターゲットにした緑化処理が多くなっているのが特徴で、全体的な出来映えとしては、かつての「園芸装飾」あるいは「グリーンインテリア」と呼ばれた時代のもの域を出ていない。アトリウム全盛時代の大規模な緑化事例と比べると、スケールだけではなく、デザインそのものもはるかに劣っているのが正直、残念でならない。感性豊かな屋内緑化デザイナーの登場を待ちたい。空間的には同じ屋内でも、これからは地下街をはじめとする地下空間を公園化するぐらいの発想や戦略を持ちたい。

11. 「花博」、都市緑化技術

1990年に大阪鶴見緑地で開催された「国際花と緑の博覧会」は園芸博覧会としての位置付け（ランク）も高く、しかもバブル経済の追い風もあり、大変盛況なものであり、その後の園芸・造園界に多大な影響を及ぼした。造園界に限って言えば、会場内の整備にさまざまな新たな緑化技術が駆使され、その浄財を基金として（財）都市緑化技術開発機構が設立され、これまでの庭園を対象とした伝統的な植木職人技術に代り、新たに都市を対象とした緑化技

術が開花する、いうならば造園界の事業拡大の素地をつくった大イベントであった。公園等の公共事業の請負い仕事に依存していた造園産業界にも大きな変革が起こるものと期待したが、筆者の思いは見事に裏切られた。都市緑化技術の開発に主役となったのは、造園を専門としないゼネコンや園芸資材メーカー、さらにはその大半を占めたのはさまざまな業種の農外企業であった。自社の持つ様々な技術（工法、資材）は緑化技術に転化できる、あるいは新たに屋上緑化等に使える資材を独自の観点で開発して売込みをかける。いずれにしても都市緑化に関しては大きなビジネスチャンスがあるという目算で参入してきた。しかしながら造園の専門スタッフが居ないこともあり、的はずれなものを開発し、何とか売りたいとやみくもに営業活動を展開する。筆者の所にも多くの相談事が持ちこまれたが、そのほとんどがピントはずれ、「そんなもの、どういう空間の緑化に使うのですか、誰もそんなもの必要としていません。作って売るのは勝手ですが、正直売れません」と回答するものがほとんどであった。一方、造園系企業の大半は、本来主役であるはずなのに、新たな都市緑化技術の開発は無縁とばかり、手を出さず今に至っている。長年、庭園や公園の請負い工事に徹してきたため、それをこなす能力はあっても新たな技術を開発して事業を拡大するという展開は企業の経営規模あるいは人材からして無理であったのかもしれない。

2010年以降、都市緑化ビジネスも次第に停滞・かげりが見え始め、都市緑化技術の開発から撤退する農外企業も多くなった。これには別の事情もある。つまりそれぞれの企業で新たな都市緑化技術の開発に従事していたスタッフは極めて数が限られ、1人の中堅技術者が専ら担当している企業が大半であった。彼らがそろそろ定年退職を迎える頃となり、後継者も社内に居ない。またターゲットにしていた緑化ビジネスの伸長も望めないため、ころあいと判断し、関係部門を閉じることとあいなった。

「2020東京五輪」の開発、その会場と関連施設の整備、特に真夏の開催ということで、今までにない新たな都市緑化技術の開発に期待する向きも居るが、大きなビジネスチャンスにはなりえないとする

冷徹な判断の方が正解といえる。

むしろ「2020 東京五輪」以降の未曾有の「超少子・高齢化、人口減社会」の到来という厳しい国情に置かれる中、大胆な都市のスマート化・再生が余儀なくされる。このことが、これまでとは全く異なるスタイルの都市緑化ビジネスの創出につながる可能性がある」と筆者は見る。

12. 大型コンテナ栽培樹木と完成型緑化

わが国では緑化樹木の栽培生産は基本的には現代に至るまで生産圃場（植木畑）における露地栽培が主体であった。あるいは自生する山から堀取ってくる山採りが補完的になされてきた。特に高木類、それも形状が大きくなればなるほど、露地物や山採り物であると植栽時点で活着を促すために、大幅に枝葉を剪除せざるを得ず、植栽当初は意図したデザインや機能が発揮されず、元の状態に戻るのに5~10年の歳月を要する。特に建築物の外構を修景する、緑地の景観木として活用する場合には植栽した時点で完成した姿が求められる。このことを達成するとすると緑化木の栽培形態も露地栽培品ではなくコンテナ（容器）栽培品が不可欠となる。コンテナ栽培品であれば、予め限られたコンテナ内で根系が育成され、現場の植穴に植え付けても枝葉の剪除も不要となり生産地での木姿のままの修景が可能となる。植付けた時点から意図した通りの景観美が発揮される、つまり竣工即完成した対応が可能となるため筆者はこれを完成型緑化と呼んだ。欧米では既に緑化木の大半はコンテナ栽培が主流であり、このことからわが国では大型コンテナ栽培樹木の栽培生産は大きなビジネスチャンスとなると考えた。その栽培のノウハウや必要性をとりまとめた図書『都市緑化用樹木の生産技術と緑化—コンテナ栽培が未来を拓く—』を平成6（1994）年に刊行するなどして、その普及啓蒙に努めた。一部の先進的な生産者が呼応してくれたが、露地栽培品を基調とした役所のスペックを変えることもできず、保守的な生産者の意識も改革できず、ブームを招来するには至らなかった。

ただし今、改めて大型コンテナ栽培樹木が主役の時代が到来したといえる。東京を例にとれば、大規

模な緑化事業の大半は、都心の再開発事業に伴って発生する。新しく建て替えられた高層建築物の外構を新たに緑地として整備するとなると、景観上の要請からだけではなく、ビル風防止やヒートアイランド現象の緩和、熱中症対策としての緑陰の提供など求められる機能を考え合わせると、竣工即完成が可能な大型コンテナ栽培樹木による緑化が不可欠となる。また、室内や地下空間を緑化整備するとなると、使用する緑化樹木は予め低照度条件に順化处理したものでなければならない。その処理のため移動を容易にするにはやはり大型コンテナ栽培樹木の使用が不可欠となる。改めて植木生産者へ大型コンテナ栽培樹木の生産を奨励したい。

13. 園芸療法

1990年代以降、筆者が「園芸療法の開拓者」と呼ぶ松尾英輔・澤田みどり・グロッセ（瀧）世津子氏などの地道でしかも使命感に燃えた活動によって日本でも「園芸療法」という新たな領域が確立された。年々、その輪が広がり、その活動が組織化されたり、関係資格や関連教育機関が設立されたり、その意義やノウハウを収載した図書も相次いで刊行されたり、進化を遂げた。マスコミの取上げ方も半端ではなく、新聞紙上でも園芸療法という活字が頻繁に踊った。

まさに、これまで個人の楽しみであった園芸が社会性を有する分野へと、その領域を拡大したといえる展開であった。関連して「社会園芸」という言葉も生まれた。今では以前ほどマスコミに取り上げられる機会が少なくなり、関連記事を目にすることも減った。これも園芸療法が一過性のブームで終わったのではなく、またその活動が低落・停滞した訳でもなく、完全に日本の社会で園芸療法が認知され、定置された証しと言える。

筆者は当初から松尾英輔氏との交流を通じて興味をもって見てきたが、どうしても「療法」という言葉が気になっていた。現場で実践されている内容が果して療法と呼ぶにふさわしいものなのか、他の表現に変えられないのか、植物療法の「療法」とはまた意味が異なるなど様々な思いを抱いていた。ただしここまで園芸療法が進展してくると筆者の気がか

りなど無用のものとなったといえる。

今後、超少子高齢化社会が加速する日本においては高齢者に対する介護とセットした園芸療法の進化と併せて、児童・生徒の健全な心と情緒を育むための園芸手法の開発を「花育」活動との連携を含めて考えていくことなどが大きな課題となる。その施術の担い手となる人材の育成と、その仕事によって十分な対価が得られる待遇制度の確立も不可欠となる。ともすると園芸療法はボランティアの延長線上にあるものと、とらえられがちであるが、1つの仕事として成熟させていかなければならない。

14. ガーデニングブーム

ガーデニングという用語や今のガーデニングブームを日本に定置させたのは、ある有力園芸誌の編集長のお陰という話があるが、筆者はそんな簡単な話ではないと思っている。機会があればこの点をしっかり調べ、明らかにしたいと考えているが、このことも簡単ではない。膨大な資料を時間と労力をかけ、解き明かさなければならぬ。学位論文になるくらいの仕事である。

その系譜はあくまでも推論の域を出ないが、あるいは誤っているかもしれないが、明治の元勳大隈重信侯までさかのぼる。本来の政治の仕事とは異なる余業ではあるが大隈重信侯が果たした当時の園芸や造園に係わる功績を知れば知るほど、江戸の園芸文化と異なり、「今のガーデニングブームの祖は大隈重信侯であった」とする仮説から、今のガーデニングブームに至る系譜を調べあげ、仮に大隈重信侯に結びつかないという結論であったとしてもおもしろい物語になると思う。

いずれにしても今ではガーデニングブームという形容が妙なくらいガーデニングが生活の1つのスタイルとして定着し、今後、余程のことがない限り、継続するものと考えられる。

ただし今のガーデニングブームの主演である中高年世代がさらに高齢化する10~20年後には、「自ら栽培して、その結果としての花や実を楽しむ」スタイルから「誰かが栽培してくれたものを見て楽しむ」スタイルに大きく変質する可能性もある。さてその「誰か」はいったい誰が担うことになるのか。同居

する家族が居れば彼らに頼める場合もある。居ない場合、家族がそれどころではない場合、高齢者の自宅の庭に、高齢者の要望を聞きながら、希望する花や実の成る植物の苗を植え、開花・結実するまでの世話をする「ガーデニング介助士」と呼ぶような人材が必要となる。将来この種の人材を抱えてサービスを提供する「ガーデニング介助ビジネス」が新たに展開する可能性もなくはない。

15. セダムによる超薄層屋上緑化

元々、日本より降水量の少ない旧西ドイツで、建築物の屋上や壁面の緑化手法として、多肉で貯水機能を有し、乾燥に強いセダム類による超薄層緑化が開発され、今でもその主流を成す。筆者らは設計許容荷重の小さい一般住宅等の勾配屋根の緑化手法として本手法の可能性に関する研究に取組んだ。

そうこうする内に、主として都市のヒートアイランド対策の切り札として、東京都が関連条例を改正して屋上緑化の義務化施策をとると、比較的安価で施工ができ、除草や灌水等の維持管理の省力化にもなるということで、セダムによる超薄層緑化が屋上緑化の定番商品であるかのように日本中に蔓延した。まさにその勢いはブームと形容するに値するものであった。殊に植物の栽培体験を有する人材のいない農外企業がビジネスチャンスの到来とばかり、インシヤルコストとランニングコストの安さを売物に次々と参入してきた。施工後2~3年で生育が劣化したり、雑草に被圧される失敗例が続き、しかもセダムのCO₂吸収固定能力は低いとする研究成果が大々的に報じられ、たちまちの内にセダム緑化の多くが姿を消した。

日本のような多雨国では、セダム類の生育にとっての生理的最適域の環境を人為的に作り出し、良好な生育(緑化)状態を永続的に維持することは簡単ではない。この点のノウハウが確立されない限り、再びセダム緑化が屋上緑化の主演の座に戻ることはできない。

なお、日本では一部あるいは特定企業の粗悪品によって味噌が付いた緑化工法は、その緑化工法の全てが駄目というレッテルがはられてしまうケースが多い。良識ある企業が試行錯誤を重ねて構築した技

術が見様見まねで参入した後発企業の無節操さによって泥を塗られてしまう。「セダム緑化」しかり、先に述べた「ワイルドフラワーによる緑化」しかりである。

16. ビオトープ

元々、ドイツ等で水辺やささまざまな空間の自然の再生策であったビオトープ、折からの自然再生の時流にのり、わが国でも公園や緑地、住宅団地内の池辺等、数多くの空間の環境整備手法として、まさに猫も杓子もという表現がぴたりとあてはまるほど急速に広がった。政治問題ではかなり論調が異なる主要新聞各紙もビオトープに関しては、いずれも手を変え品を変え礼賛する記事を掲載し続けてきた。うがった見方をすればビオトープのブームは新聞各紙がつくったといえなくもない状況である。今や専門用語から一般用語化している勢いである。

巷にあふれたビオトープの大半がろくな管理もされず不快な藪状態となっている惨状を見るにつけ、真っ向からビオトープを批判したり、否定する者がいない現実を疎ましく思う。ビオトープは環境整備のエコ偽装とってはばからない筆者の眼前でまた1つ、また1つビオトープが増え続ける現実、安易な対応だけは厳に慎ませたい。その最も効果的な方策は、有力新聞による反ビオトープキャンペーンしかない。

17. 緑のカーテン

今でもそのブームのさなかにあるとあってよいのが「緑のカーテン」事業である。2000年に入り、窓の前面につる植物を仕立て、その茎葉によって、夏の暑い西日等を遮り、室温の上昇を抑え、結果としてクーラーを回す電力消費量も節電でき、省エネ

策にもなるということで一気に広がった。暑い日本の夏を少しでも涼しく過ごすための生活の知恵とあってよい。当初は小・中学校の理科教育、環境学習の一環として取上げられ、瞬く間に事業所や個人の住宅にも広がった。町のホームセンター等でも、使用するつる植物の苗と仕立てるためのネット等の資材がワンセットになった緑のガーデニンググッズが売られ、園芸会社の販売カタログにも緑のカーテン用と銘打ったさまざまなつる植物の苗の紹介記事が載り、目先の変った種類の苗が園芸店の店頭に並ぶ。ゴーヤ、ヒョウタン、ヘチマ、カボチャ、スイカ、メロンなど収穫が楽しめる実の成るものもなかなかの人気ので、個人の家などに使われている例を見ると何とも微笑ましい。ただし、高い建物の窓の緑のカーテンとして使う場合には、台風時には落下事故を起こす危険もあるので注意が必要となる。蒸し暑い日本の夏、緑のカーテンはブームで終わることなく、夏の風物詩として定着する予感がする。

18. おわりに

以上、本稿で取上げ、解説した広く「緑花」に係る手法（事象）は、この半世紀の間に展開したものであり、今ではほとんど忘れ去られてしまったものもあるが、大半は今でも話題に事欠かない事象である。

「2020 東京五輪」という宴の後、今よりさらに厳しい状況に置かれかねない日本、あるいは造園・緑化・園芸業界を少しでも元気付け、花を咲かせるためには、関係者の知恵で「緑花」に関する様々な「ブーム」を戦略的に起こすことが何よりも必要である。「緑花ブーム」は待っていても決して起きない。「緑花ブーム」はつくり出すものである。本稿がそのためのヒントになれば幸いである。

自然を問い直す (11) 森を学び舎に！ ～森のようちえんと森のムツレ教室

森林ジャーナリスト 田中 淳夫



今、全国各地に「森のようちえん」が次々と誕生していることをご存じだろうか。

「森のようちえん」とは、森など自然の中で行う幼児の保育・教育法である。詳しくは後述するが、すでに「森のようちえん全国ネットワーク」も結成されており、全国で150以上が加盟している。ネットワークに属していない団体もあるから、実体はもっと多いのだろう。（「森の幼稚園」と記述することもあるが、関係者は「ようちえん」と平仮名を使うことが多いので、こちらに統一する。）

一方で、5～6歳の幼児を対象にした「森のムツレ教室」も全国に広がってきた。こちらはムツレと呼ぶ妖精を題材に環境教育に重きを置いた活動である。スウェーデンから日本に伝わって二十数年経ち、指導者も2000人以上誕生した。四季を通して各地で教室が開かれ、年間数千人が参加している。

これまでも野外活動の教育的効果は、さまざまな機会に語られてきた。なかでも年少幼児が野外で身体を動かすことの効用や、自然と触れ合うことで情操を磨く必要性が指摘されている。

実際に週末や夏休みなどに幼児や小中学生向きの林間学校や臨海学校が開かれたり、キャンプ、登山などを催す団体は多い。それらは子供たちを楽しませるのが目的だが、教育効果にも期待が寄せられている。「森のようちえん」や「森のムツレ教室」も、そうした流れの中で見ていくべきだろう。

とはいえ、世間ではいずれの活動もよく知らない人が大半である。幼児教育と森がどのように結びつくのかイメージできない大人も多いはず。むしろ子供を自然の中で自由に遊ばせるのは危険と忌避する親も少なくない。

そこで、森を子供たちの学び舎にする二つのムー

ブメントを紹介しつつ、それがもたらす効用と社会の位置づけを考察してみたい。

森が園舎の森のようちえん

まず「森のようちえん」を紹介しよう。

日本の認可幼稚園は、設備や人員配置など細かな要件を満たしていることが要求されている。しかし「森のようちえん」は、それらとは一線を画した保育・教育方法であり、多くの運営はNPO法人や任意団体だ。保護者の自主保育のレベルのものもある。活動も毎日ではなく、週に何日、あるいは週末のイベント的なケースもある。

その特徴として、まず園舎がない。いや森こそ園舎なのだ。参加する児童は、天候に左右されずに雨や雪が降っても風が強くても森へ向かうのである。食事も基本的に野外で済まし、着替えなども児童自ら携行する。ただ必要に応じてテントを張るなどの措置も取る。

保育者には、幼稚園教諭や保育士などの有資格者がいるものの全員ではなく、参加児童の保護者もボランティアとして手伝うケースが多い。

重要なのは、保育者になるべく「指導」しないことだという。何をして遊ぶか、どこへ行くか子供たちが決める。もちろん危険な場所や行為は、保育者がガードするものの、ギリギリまで「口は出さない、手も出さない」方針だ。仮に子供たちの間に争いごとが発生しても、自分たちで解決するまで見守る。また玩具なども持ち込まず、森の中にあるもので遊び、過ごす。

具体的な活動メニューも、「森のようちえん」運営者の方針によって若干変わるが、子供たちが自分でやることを決める。

子供たちの自主性を最大限に尊重する教育理念は、「シユタイナー教育」「モンテッソーリ教育」などいくつか登場しており、日本でもその方針を取り入れる幼稚園・保育園は増えている。「森のようちえん」も、それに近い方針で森など自然の中を舞台に行っていると言えるだろう。

こうした教育法の影響を調査したところ、森の中を走り回るから体力がつくだけでなく、協調性や認識力、自発性、忍耐・集中領域……などが通常幼稚園の園児より優れているという結果が統計的に有意な数値で出されている。子供たち同士で遊び方を決めたり、森の中の出来事を話し合うことでコミュニケーション能力が高まるという指摘もある。

日本で最初の「森のようちえん」が登場したのはいつか確認しづらい。ただ1980年代よりよく似た児童を自然の中に連れ出し自由保育を行う団体があったようだ。それが21世紀に入ると欧米の情報もたらされたことも影響して、自然発生的に全国に設立が相次いだと思われる。

2005年に「森のようちえん交流フォーラム」が開かれ、08年に「森のようちえん全国ネットワーク」がつくられた。現在は、情報交換をしながらそれぞれの園の方針を固めている状況だ。またネットワークが指導者養成研修を催すこともしている。

ただ日本の山は急峻なところも多く、荒れた状態の森も多い。それに都会では身近に森があると限らない。そのため地域によっては草原や田園、公園なども含めた広義のフィールドが利用されている。

なお参加児童は幼稚園・保育園児だけでなく、託児所、学童保育、自主保育、育児サークルなどの子供たちが含まれ、年齢的には1、2歳児から小学生低学年も参加している。

森の中の保育は幼稚園の原点

「森のようちえん」は、いかに生まれたのだろうか。もとは「Wald Kindergarten」だ。ドイツ語でWaldは天然の森、Kindergarteが幼稚園である。

始まりはデンマークだった。コペンハーゲン郊外でエラ・フラタウという女性が、自分の幼い子供を自宅近くの森の中に連れて行って自由に過ごさせていた。やがて近所の子供たちやその父兄も参加して

年少児童を森の中で遊ばせる保育活動を始めた。これが「森のようちえん」の始まりとされる。1954年のことだ。

この活動は評判を呼び、瞬く間にデンマーク中に広まって多くの「森のようちえん」が設立された。また通常の幼稚園も、森に児童を連れて行く活動を取り入れ始め、今ではデンマークの9割の幼児が森の中での保育を経験するようになったという。

さらにドイツに飛火した。1991年に幼児教育の専門家であるケルスティン・イエップセンとベトラ・イェーガーが幼児教育専門誌に「扉も壁もない幼稚園」という論文を発表し、また別の研究者もデンマークのケースを盛んに紹介した。

やがて研究者は賛同者とともにフレンスブルクという町で93年に「森のようちえん」を設立する。これを端緒としてドイツ中に「森のようちえん」は広がるのである。

今や「森のようちえん」は、デンマークやドイツだけでなくヨーロッパ諸国に広く存在する。さらにアメリカにも誕生している。欧米の幼児教育の一大潮流となったと言えるだろう。

ただヨーロッパの教育史をひもとくと、何も唐突に登場したのではないことがわかる。

そもそも幼稚園が初めて登場したのは1837年だが、設立したドイツのフリードリヒ・フレーベルは教育者ではなく森林測量技師だったという。そして活動も幼児たちを森に連れて行き自由に遊ばせることだった。つまり発祥時から幼稚園には森の中で過



写真1 奈良県の「いこま山のようちえん」。子供たちは遊び方を自分で考える。

ごす理念があったのだ。

さらに産業革命以降、市民の間に森林散策や自然の中の徒歩旅行が一大ブームになった。それがワンダーフォーゲル運動やユースホステル運動につながった。またボーイスカウトなど野外活動による青少年教育も同時期に誕生して広がった。

一方で「森の自由権」「自然享受権」「万人権」などと言われる権利が主張されるようになった。人は土地の所有権に関わらず森の中に自由に入ることができるという考え方だ。他人の森であっても、自由に入り、キノコや山菜などの採取が認められているのだ。この権利は、森林法や環境法典などに明記する国も少なくない。

だから「森のようちえん」を特別な存在、突飛な教育方針と見なすことはなく、市民生活の延長上に置かれている。

環境教育としてのムツレ教室

スウェーデンでは、「森のようちえん」とは別に「森のムツレ教室」が誕生した。今では北欧を中心に広く開催されている。まずスウェーデンで生まれた経緯から触れよう。

始めたのは野外生活推進協会。100年以上の歴史ある市民団体だが、当初はスキーによる青少年育成活動に携わっていた。ところが1957年は暖冬だったため雪が十分になかった。そこでヨスタ・フロム事務局長が企画したのが「森のムツレ教室」だったのである。



写真2 もりのようちえん・日差しが強いところではテントを張ることもある。

と言っても思いつきではない。以前より子供たちが森の中で遊ばせて「自然を発見すること」を重視した教育を考えていた。単に森の中で過ごさせるだけでなく、自然界の循環や自然保護の意識を育てる教育を意図したのである。

そこでムツレと呼ぶ森の妖精を創作する。これはスウェーデン語で「土壌」を意味するムッレンから来ている。土こそすべての生命の源であり、自然の生態系の中心だという気持ちから取ったのだそう。そしてムツレが自然界のことを教えてくれる形式のイベントを開いたのである。

具体的には、森のムツレ教室の対象者を5～6歳の幼児とした。だいたい幼児が7～8人、そこにリーダーなど保育者が数人つく。彼らとともに自然の中を歩きながら、森の中の出来事や生き物の観察をする。そのためルーペや図鑑などを持ち歩くが、指導者は自ら教えるのではなく、興味を誘導するのが目的だ。

指導者は入念な下見をして、「赤い花を探してみよう」とか「どんな虫がいるかな」と子供たちに呼びかける。単に観察で終わらず、葉の形を比べたり、虫が食べているものを調べたり、落ち葉が土に還る様子などを伝えていく。

そして最後の段階で妖精ムツレが登場し、いろいろ子供たちに語りかける。ムツレは、通常、大人が緑の衣装などを身につけて変装するのだが、ときにはパペット人形や紙芝居として登場することもあるそうだ。

後に高山の妖精「フィエルフィーナ」や水の妖精「ラクセ」、宇宙から来た「ノーヴァ」なども創作されるが、やはり基本はムツレである。

教室は、基本的に子供たちが自由に振る舞うのだが、ルールもある。たとえば「子供の質問に、すぐ答を出さない」とか「草花や虫を採ったら、観察後は元のところに返しておく」などだ。それにはリーダーの導きが重要である。

スウェーデンでは、その後全国の保育園に「ムツレ」の教室が広がった。さらにムツレ教室を毎日行える野外保育園も次々に誕生した。

またムツレ以前の1～2歳児向きに「森のクノッペン教室」、3～4歳児向けの「森のクニユータナ

教室」、そして成長して小学生低学年になると「森のストローバレ教室」、高学年は「フリールフサレ教室」と広がった。そして野外小学校の設立も相次いでいる。

ただし妖精が出てくるのはムッレ教室だけだ。これより下の年代だとムッレを怖がることもあるし、上級生になると「妖精なんかいない」「大人の変装だ」という知識を身につけてしまう。ムッレを信じて、彼のいう自然界の仕組み（生態系）を素直に感じ取れる年代は、5、6歳だとしている。

この年代は、脳の発達がもっとも活発な時期であるだけでなく、妖精などファンタジーの世界を信じられて、しかも現実の世界と自由に行き来するのだという。言い換えると、ファンタジーの世界で体験したことを、現実社会に持ち帰り応用できる力があるのだ。

5歳未満の子供たちには、まず自然に親しむことを経験させる。7歳児以上になると、自然を学び考えること、そして自然を守るために行動する教室となる。後者は、一般の環境教育に近づいていくと見なしてよいだろう。

すでにこれらの教室は、ノルウェー、フィンランド、ラトビアなど北欧だけでなくロシアやイギリス、ヨルダン、そして日本と韓国にも広がってきた。とくにフィンランドでは、スウェーデンをはるかにしのぐ年間10万人の子供たちがムッレ教室に通うという。人口540万人前後の国の数である。

日本の拠点は丹波から

日本ではどのように広がったのだろうか。

きっかけをつくったのは、高見幸子さんである。彼女は現在の兵庫県丹波市市島町に生まれ育ったが、留学先で知り合ったスウェーデン人と結婚してスウェーデンに住んだ。そして子育ての中で「森のムッレ教室」を知る。子供たちが通っていた保育園では、定期的に野外教育プログラムとしてムッレが登場していたからである。

その内容に感激した高見さんは、日本に帰国した際に「森のムッレ教室」を地元の新聞に紹介したものの反応は鈍かった。そこで兄の高見豊さんに相談し、地元小学校の協力の元に（小学生向きの）スト

ローバレ教室を開く。すでに自分の子供たちが小学生の年齢になっていたからだ。

こちらも自然観察やゲームを通じて自然界の循環を学ぶものだったが、やはり前段階のムッレ教室を開く必要性を感じたという。そこで実家近くの保育園に頼んで日本で初めての「森のムッレ教室」を実施した。1990年のことだった。

さらに豊さんは、地元で町おこし事業を展開する「ふるさといちじま未来塾」の中で「森のムッレ活動の支援事業」をスタートさせる。それが現在の日本野外生活推進協会（愛称・森のムッレ協会）の設立へと発展した。

その後、日本からスウェーデンへ学ぶために出かけたり、逆にムッレ教室の創始者が日本にやってくるなどして、日本でも「森のムッレ教室」は広がった。今では丹波を起点に「森のムッレ教室」のリーダーが全国に広がり、開催する団体も増えてきた。主に保育園で行われるほか、出張イベントも少なくない。毎年1500人以上がムッレ教室に参加しているという。

日本野外生活推進協会も一般社団法人化された。本部は丹波市に置き、リーダーの養成やステップアップ講座、教材の翻訳出版などを手がけている。以前は支部を全国に設けていたが、現在はリーダーの登録制に換えたという。教室の質は、リーダーの



写真3 スウェーデンの森のムッレ教室・樹木の苔を観察する。

能力に左右されるからである。

と言っても、リーダーが生き物の詳しい知識を持たねばならないわけではない。身近な自然を利用して子供たちに“気づき”を教えるのが役割だ。自然界の仕組みも、小さな子供たちでも理解できるように教える。たとえば、緑の葉が光合成する仕組みや秋に木の葉が紅葉する理由もちゃんと教え方があるそうだ。

リーダー養成は、6教室で1セットになっているので、毎月開催することで年2回の講座となっている。これは四季ごとに違う自然を対象に指導の仕方を学ぶためだ。

リーダー養成講座を受講するのは保育士が多い。だから小学生が対象の「森のストローバレ教室」や「フリールフサレ教室」のリーダーが生まれにくくなっている。そのため日本では、ムッレより上級のコースはなかなか開きにくい。これは今後の課題かもしれない。

なお、日本から韓国へ指導に行ったこともあり、それが韓国における「森のムッレ教室」の火付け役になっている。

青少年教育と環境教育の2方向

紹介した二つの森の自然を取り入れた幼児教育を、どのように感じるだろうか。

似ている点は多々ある。とくに区別していない人もいるようだ。「森のムッレ教室」のリーダー研修

を受けた人が「森のようちえん」を開いているケースも少なくないという。幼稚園の方が世間に説明しやすいという点もあるだろう。そこでは「森のようちえん」の活動の一部に「ムッレ教室」を取り入れているらしい。

また日本の「森のようちえん」は、必ずしも「園舎なし」で、雨雪の日も欠かさず森へ出かけるところばかりではない。遊具などを持ち込んだり、指導者がリードする場合もあるそうだ。その点は、本家ほど確立したメソッド通りに行わず、開設者の方針によって変わってくる。

だから、あまり両者を区別する必要はないのかもしれない。

ただ野外活動には、青少年教育と環境教育の2つの潮流があることは知っておくべきだろう。

青少年教育の一貫として野外活動を取り入れるケースの場合、目的は「人と人」、あるいはチームのメンバーとの関係性を築くことが重要視される。その場合は、森を「教育の場」として捉えている。

環境教育の視点で見ると、自然界の仕組みを覚えることで環境保全を行える人材の育成を目指している。「人と自然」の関係性を知ることなのだ。単に自然に触れ合うだけでは「自然を守る」行動はとれない。自然界の仕組みを知ること重点が置かれる。いわば「森を学ぶ場」なのだ。

この定義からすると、「森のようちえん」は前者、「森のムッレ教室」は後者ということになる。また「よ



写真4 妖精ムッレが登場。子供たちに語りかける。

うちえん」は基本的に日常の営みだが、「ムッレ教室」は毎日開くわけではなくイベント性が強い（スウェーデンのムッレ保育園は別）。

こうした特性を意識しつつ、子供たちの教育に加えていくべきだろう。

もちろん、まったく問題がないわけではない。指導者のレベルや活動方針は、実施団体によって違いがあるため、どこでも同じ内容を体験できるとは限らない。また教育方針には、思想やイデオロギーが混じるケースもある。指導者によっては科学的ではない意見が含まれることもありえる。

もう一つ問題が指摘されている。「森のようちえん」出身者が、卒園後に一般の小学校に入ると、馴染みにくいケースがあるのだ。自分の思うまま自由に振る舞うことになれた子供が、規律を重んじて集団行動を求める一般の学校に入ると、適応するのに時間がかかる例があるという。

預ける子供たちの資質が合うかどうかは慎重になる必要があるだろう。

「森のようちえん」認定制度も登場

森を舞台にした活動は、日本では民間組織が先取りする形で広がることが多かった。そのため行政が関わることが少なかった。

だが近年は行政も「森のようちえん」などを幼児教育の一つと認める動きが起きている。

行政組織の中で、最初にこれらの活動に理解を示したのは、多くが森林・林業関係の部署だった。森林普及活動の一環になるほか、放置された里山などを保育場所にするのは、新たな森の利用法として期待できたからだろう。そこで舞台となる森の整備を行ったり、普及活動のイベント扱いで助成するケースが現れた。

それが発展して、本格的に支援する動きも起きている。とくに鳥取県と長野県は、今年度より「森のようちえん認定制度」を策定し、（開催日数や指導者の陣容などが）一定の基準に達している団体を認定している。そして認定団体には補助金の交付を行うようになった。そして森林関係から教育や児童福祉部署へ移管されつつある。

一方で移住・定住関係を扱う部署で、幼児教育の

充実はわりと大きなテーマになってきた。なぜなら多様な教育の場を持つことは、人を呼び集める効果があるからだ。教育に熱心な家庭は、地元に限らず遠くまで足を伸ばすケースが多い。

そして子供の教育条件は、家族が移住する理由の一つになるからだ。実際に「森のようちえん」のある地域では、移住希望者が増える傾向にある。だから定住人口・交流人口の増加を期待する自治体では、これらの幼児教育ムーブメントに熱い目を向けているのである。

幸い園舎などを設ける必要もないわけだから、行政にとって財政的な負担が少なく済むことも、取り組みやすいのだろう。

今後は行政が「森のようちえん」や「森のムッレ教室」に適した森を整備したり指定する動きも生まれるかもしれない。幼児教育に適した自然空間は、新たな魅力になるかもしれない。

もちろん、あまり行政が関与しすぎて自由な教育方針を失うことになっては本末転倒である。また認定制度が権威を持ち、認定外の団体と格差が生まれることも望ましいことではない。

しかし、幼児期に自然に触れ合い学んだ人たちは、きっと大人になっても深層心理に何かを残しているだろう。

日本の自然の将来を担う貴重な人材を育てることに森が一役買っていると思えば、緑の価値もより高まったと思えるのである。



写真5 日本のムッレ教室。ムッレ人形も使っている。

雑草学講座： 雑草の素顔と付き合い方 その9——除草剤とは④： 抵抗性発現というリスク

特定非営利活動法人緑地雑草科学研究所 伊藤 幹二
京都大学名誉教授 伊藤 操子



はじめに

除草剤については前2回で、科学技術発達の粋としてのその活用や利点を紹介してきました。しかし、いかなる技術で高度な科学技術の活用には当然リスクが伴います。そのリスクを十分意識し科学的に捉え、できる限り軽減してこそ本当の活用といえるでしょう。

では、除草剤利用に当たってのリスクとは何でしょうか。まずは、芝や作物、緑化植物など保護するつもりで有用植物が生育抑制されたり枯れたりする、いわゆる薬害を思い浮かべる人が多いのではないのでしょうか。確かに「薬害」は最も注意を払うべき問題ではありますが、使用基準を遵守し、処理時の植物の状態や気象等に気を配れば回避できる問題です。

むしろ慎重に配慮すべき重要なリスクは、予想外の要因が関与して発現にまで時間がかかり、また、その過程が見えにくい事項です。この代表的なものとして筆者は、①環境中に排出された薬剤のその後の行動によって生じる問題、②連年使用に対して雑草が予想外の生理・生態的反応をして生じる問題を挙げたいと思います。

これから2回にわたって、これらを取り上げますが、今回は②の問題について先に考えたいと思います。ある除草剤が以前より雑草に効きにくくなったという場合、主に次の二つがあります。一つは、その剤の殺草スペクトラムに由来するもので、耐性を持つ特定の草種が選択的に残り、雑草植生の種組成が変遷していく場合です。もう一つは、もともと感受性だった（効果があった）草種に対して効かなくなるという、抵抗性変異型（バイオタイプ、種内変

異）出現の場合です。前者も大きな問題ではありませんが、後者は意識しないうちに進行しているのが常で、気付いた時は手遅れという深刻な問題です。ここでは、除草剤抵抗性変異に絞って話を進めたいと思います。

1. 除草剤抵抗性 (herbicide resistance) とは何か

(1) 抵抗性と耐性の違い

同一植物種内でも、ある除草剤に対する感受性に個体間、集団間である程度の違いが存在するのが普通である。これには2種類あり、一つは本来自然な状態でもっている遺伝的多様性や生育環境への適応形質として変異によるものであり、もう一つは、除草剤が選択圧となって顕在化する変異によるものである。前者は耐性 (tolerance) と呼ばれ（この語は、本来は種間の感受性の違いにおいて用いられるが）、個体や集団間の感受性の幅は大きくても2、3倍以内に収まるのに対して抵抗性 (resistance) と呼ばれる後者は、感受性の差が数10倍~100倍以上と非常に大きい（例：図1）。抵抗性個体は、〇〇剤抵抗性変異型（—— resistant biotype）と呼ばれる。

(2) 抵抗性集団はどうして出現するか

農薬に対する抵抗性の発現機構、つまり効果がなくなってきたことが顕在化する過程は、ある生物集団がある薬剤という淘汰圧に繰り返し曝されたとき、その集団にごく少数存在していた抵抗性の個体が、感受性集団の競争力が低下することによって優占化するということである。雑草の場合、繰り返し曝される淘汰圧といえば、同一除草剤の連用である。この場合、同一除草剤というのは、後で詳しく述べ



図1 ALS阻害剤（スルホニルウレア系）抵抗性の事例

同剤の混合剤である一発処理剤を連用した水田に発現した抵抗性アゼトウガラシのベンスルフロンメチルに対する反応と、感受性（通常の）アゼトウガラシとの比較。

数値は、感受性個体が完全に枯死した薬量を1とした場合の、相対薬量（倍数）を示す。

前列：感受性、後列：抵抗性（写真は汪光熙博士よりご提供頂いた）

るが、1剤という意味ではなく、同じ作用機構をもつグループを意味する。

除草剤の種類にもよるが“効かなくなった”と気づくまでにどれくらいかかるのだろうか。それは、通常6~10年程度の連用で発現するといわれる。しかし、スルホニルウレア系の場合これより早い傾向があり、3年の連用でも顕在化することがある。自然状態では抵抗性個体はごく僅かしか存在しないのに、本当にこのようなことが起こりえるのかについて、Gressel (1990) は次のような面白い試算をしている。

仮にある雑草が50エーカーのなかに1億個体（植物体または種子）あり、そのなかに1個体だけ抵抗性個体が存在するとする。そして、この雑草に有効とされるA剤の効果（枯殺率）を90%と見積もって毎年処理されたとすると、感受性個体の数は6年で1,000になる。一方、抵抗性個体数が2年目に4、3年目に16というように毎年4倍に増えたと仮定すると、6年目には1024と感受性個体数と逆転し、7年目には100対4026となるという計算だ。

集団に自然状態で存在している抵抗性個体は、感受性個体に比べて総じて成長力、繁殖力に劣り、競争力が低いので普段はひっそりと存在している。したがって、除草剤抵抗性問題は全くの人災といえる。

2. 除草剤抵抗性問題の歴史と現状

(1) 最初の発見とその後

雑草の除草剤抵抗性変異型集団の出現は、1970年米国ワシントン州苗木園でのトリアジン抵抗性ノボロギクで最初に報告された。同園ではアトラジンおよびシマジンを年間1~2回使用してきた結果、両剤はノボロギクに対して全く効果を失ってしまった。そこで同園と隣接するトリアジン未施用地から採取した種子を比較対照に両剤を処理したところ、枯死させるのに10倍以上の薬量差が確認されたということである。

なお、農業に対する抵抗性変異としては1908年にカンキツの害虫の石灰硫黄合剤抵抗性が見つかったのが最初である。また、殺菌剤では1940年が最初で、除草剤での発見はこれらに随分遅れているが、現在は、化学的雑草防除を行う世界中の耕地・非農耕地あらゆる場面で多数の主要雑草種に見出されている。

(2) 世界的にみた現状

世界の除草剤抵抗性変異の現状は、「International Survey of Herbicide resistant Weeds」というウェブ上の大きなデータベースから最新情報が詳しく把握できる。2015年8月5日現在、抵抗性変異型の発現が広報されている雑草種は、双子葉236種、単子葉223種の計459種にのぼる。昨年10月31日の時点では437種であったので、未だに増加傾向にあることが分かる、除草剤の作用機構では22グループ（ほぼすべて）に及んでいるが、図2から明ら

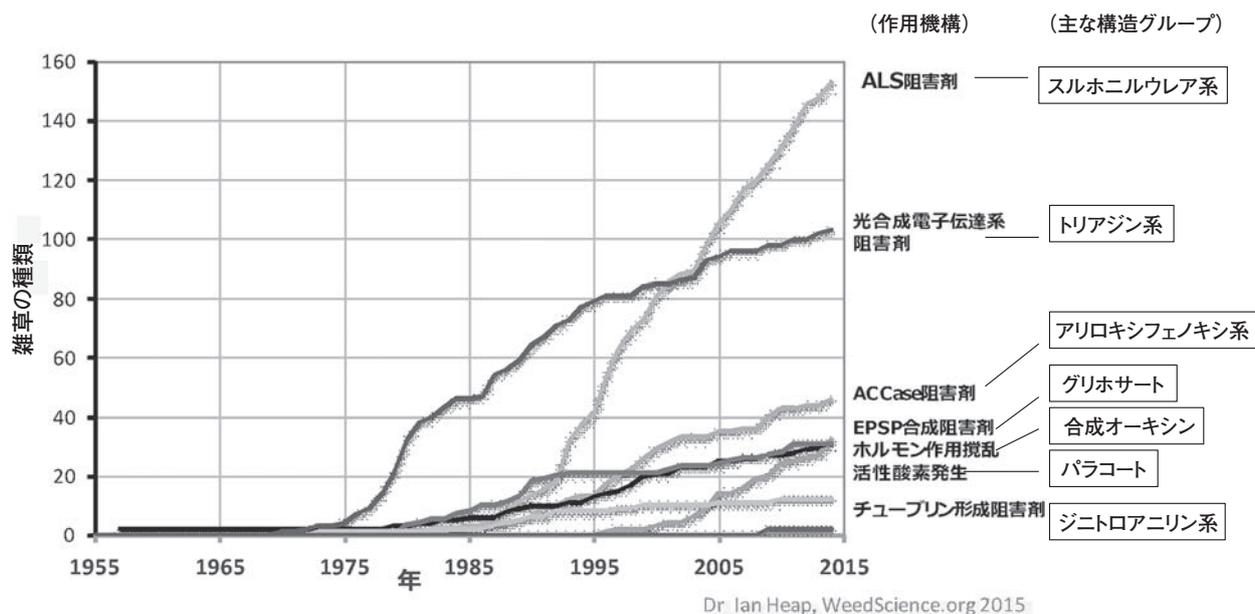


図2 世界における除草剤抵抗性雑草種の増加状況 (2015年8月5日現在)
International Survey of Herbicide Resistant Weeds より.

かなように、最も多いのがALS（アセト乳酸合成酵素）阻害剤（主にスルホニルウレア系（SU剤と称される））であり。次いでアトラジンに代表されるような光合成電子伝達阻害剤（トリアジン系、尿素系等）である。光合成阻害剤は、多くの一年生・多年生作物栽培や非農耕地の管理に古くから世界で汎用されてきた土壌処理剤ゆえに、発現が多いのも頷けるところである。一方、後発のALS阻害剤は、とくに短期間で抵抗性が出やすいグループとしてよく知られており、図2でみられるように、現在も草種数は直線的に増加を続けている。両グループの共通点は、一つの作用点（target site）にピンポイントで作用するという点である（作用機構との関係については後述する）。

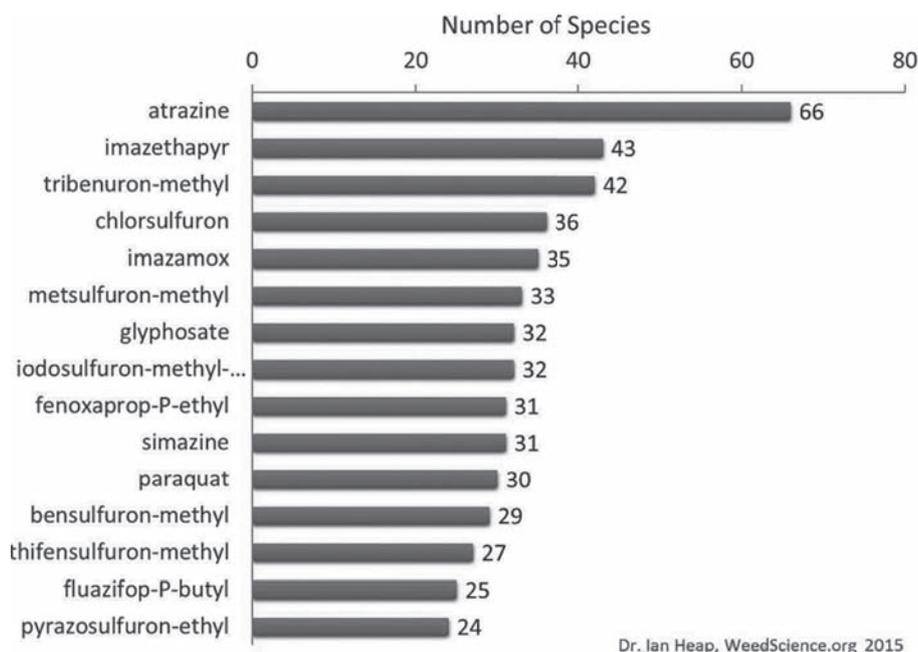
発現の多い地域は、米国・ヨーロッパ>オーストラリア、カナダ>中国、ブラジルである。これは、抵抗性発現場面が主に除草剤が連用される単作作物栽培地であるゆえだが、緑地、非農耕地でもかなり発現が報告されている。「雑草種×除草剤」として芝地では18例、道路等では62例の報告がある。除草剤グループとしては、耕地で多い光合成阻害剤、ALS阻害剤（SU剤）以外に、芝地ではチュープリン形成阻害（ジニトロアニリン系）、道路等ではグリホサートというように、やはり汎用除草剤への抵抗性発現が目立つ。個別の除草剤としては、15位

までにALS阻害剤が9剤、トリアジン系が2剤、アリロキシフェノキシ系（ホップ剤）が2剤、グリホサート、パラコートが含まれる（図3）。

(3) 日本で顕在化した問題

日本での最初の報告事例は、1980年のパラコート抵抗性ハルジオンおよびヒメムカシヨモギである。当時パラコートは刈取り代用剤と称して非農耕地や果樹園等に多用されていたことから、その後約10年間で同じムカシヨモギ属のオオアレチノギク、アレチノギク、またオニタビラコ、チチコグサモドキとキク科雑草に広がった。しかし、何と云っても大きな問題は、水田におけるALS阻害剤（SU剤）抵抗性雑草の蔓延である。水田の雑草防除は、過去には体系処理が慣行的に行われていたが、1980年後半に広葉・カヤツリグサ科に殺草スペクトラムが広く処理適期幅にゆとりがあるSU剤とノビエに有効な剤を組み合わせた混合剤（一発処理剤）の一回処理が開発され、3年で使用面積100万haになりその後も急速に普及し、ほぼすべての水田で使用されるに至った。その結果、2004年には全都道府県でSU剤抵抗性変異型の発現が確認され、2010年までに計17種（主要一年生・多年生水田雑草の大半）で報告されている。

これらの他、最近では畦畔へのグリホサート連用



Dr. Ian Heap, WeedScience.org 2015

図3 世界的に抵抗性変異型の発現の多い除草剤上位15種。数値は発現した雑草種数を示す。International Survey of Herbicide Resistant Weeds より。

に由来するネズミムギの同剤抵抗性変異の存在が、静岡県で明らかにされている。ゴルフ場では、1987年に関西地域のコースにおいてシマジン抵抗性のスズメノカタビラが検出されており、これは世界のゴルフ場における除草剤抵抗性発現の最初の報告例である。また、2010年にはSU剤抵抗性ヒメクグが見ついている。1970年代からのシマジンの多用、2000年初めからのSU剤各剤の急速な普及が原因しているの言うまでもない。

3. 抵抗性のメカニズム

除草剤抵抗性変異型個体は、通常（感受性）個体と、どこがどう違うためにその剤に反応しないのだろうか。

除草剤の作用機構は‘植物’において固有でかつ必須の様々な生体反応（さきの93号の記事で述べた）のいずれかを阻害することにある。このうち、抵抗性変異の生じやすい作用機構は、薬剤が直接1つの酵素やタンパクだけに働くというタイプ（target-site resistance）のものと云われてきた。現在、最も多くの雑草種と地域に抵抗性が発現しているのはALS（アセト乳酸合成酵素）阻害剤（スルホニルウレア系（SU剤）、次いで光合成光伝達系阻害剤（トリアジン系、尿素系、ウラシル系等）で

あり、近年はACCase（アセチルCoAカルボキシラーゼ）阻害剤（アリルロキシフェノキシ系、イネ科専用剤）が増加し3位になっているが、いずれもこのタイプに該当する。ALS阻害剤についていえば、現在多くの種類が開発、使用されているが、その作用点は共通的に、分岐鎖アミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン）の合成の最初の過程に働く鍵酵素であるアセト乳酸合成酵素（タンパク質）と結合して、この酵素の働きを阻止することである。抵抗性変異体では、この酵素のアミノ酸組成のうちのわずか1個が違っているために、SU剤との親和性が無くなり、酵素活性が阻害されなくなる。現在、13種類の置換が見ついているが、トリプトファンがロイシンに変換している例が最も多い。光合成阻害剤では、明反応の光反応系IIの電子伝達系のなかの電子受容体 Q_B タンパクの作用が阻害されるが、抵抗性型ではこのタンパク質のひとつのアミノ酸、例えばアトラジン抵抗性ではセリンがグリシンに変わっていることによって、薬剤との親和性が無くなり感受性を失うとされている。

最近では、作用点が複数あると考えられている除草剤についても抵抗性変異の増加も注目されている（たとえばグリホサート）。また、幾つかの雑草種では多剤抵抗性（複数の作用機構に対して抵抗性を示

表 1 世界のゴルフ場芝地における除草剤抵抗性変異型の出現状況
International Survey of Herbicide Resistant Weeds より.

草種	発現地域	報告年	作用機構グループ
スズメノカタビラ	日本	1987	光合成電子伝達阻害
オヒシバ	米国 (ジョージア州)	1992	チューブリン形成阻害
スズメノカタビラ	米国 (ノースカロライナ州)	1995	光合成電子伝達阻害
スズメノカタビラ	米国 (ミシシピー州)	1996	光合成電子伝達阻害
キタメヒシバ	米国 (ニュージャージー州)	1996	ACC ase 阻害
スズメノカタビラ	米国 (ノースカロライナ州)	1997	チューブリン形成阻害
オヒシバ	米国 (テネシー州)	1998	チューブリン形成阻害
メリケントキンソウ	ニュージーランド	1999	合成オーキシシン
スズメノカタビラ	米国 (バージニア州)	2001	光合成電子伝達阻害
オヒシバ	米国 (ハワイ州)	2003	光合成電子伝達阻害
スズメノカタビラ	米国 (テネシー州)	2007	チューブリン形成阻害
メヒシバ	米国 (ジョージア州)	2008	ACC ase 阻害
スズメノカタビラ	オーストラリア	2009	未知
スズメノカタビラ	米国 (ミズリー州)	2010	EPSP 合成阻害
ヒメクダ	日本	2010	ALS 阻害
スズメノカタビラ	米国 (テネシー州)	2011	EPSP 合成阻害
スズメノカタビラ	米国 (テネシー州)	2011	EPSP 合成阻害
スズメノカタビラ	米国 (アラバマ州)	2012	ALS 阻害
スズメノカタビラ	米国 (アラバマ州)	2012	チューブリン形成阻害
スズメノカタビラ	米国 (テネシー州)	2013	ALS / 光合成電子伝達阻害
スズメノカタビラ	米国 (ミシシピー州)	2014	ALS 阻害

す) の発現も認められている。

4. ゴルフ場における除草剤抵抗性問題

(1) 発現状況

世界レベルでみると、雑草種としてはスズメノカタビラについての報告が圧倒的に多い(表1)。このことは、スズメノカタビラが芝生の最優占種であることにもよるが、本種本来の遺伝的多様性も、抵抗性が発現しやすい背景であると考えられる。スズメノカタビラ (*Poa annua* L.) は、祖先種として想定される *P. supina* と *P. infirma* の複合2倍体であるといわれ、それゆえ生活史特性において幅広い遺伝的変異を内包しているのであろう。通常眼にする叢生型とともに多年生のほふく型(変種:*P. annua* var. *reptans*) および両種の間種が古くから知られており、またゴルフ場ではグリーン集約的管理に適応した種内分化も存在する。

ゴルフ場における除草剤抵抗性雑草は1990年代から目立ち始めるが、発現する除草剤グループは汎

用除草剤変遷の歴史を反映しており、前半は光合成電子伝達阻害剤(トリアジン系)、チューブリン形成阻害剤(ジニトロアニリン系)が中心であったが、最近ではALS阻害剤(スルホニルウレア系、イミダゾリノン系)、EPSP阻害剤(グリホサート)が主体である(表1)。

ALS阻害剤抵抗性のスズメノカタビラはごく最近米国のゴルフ場で顕在化し始め、2012年には学会でシンポジウムが行われたほどに注目されている。Crossらが2013、2015年にWeed Scienceに発表している例を以下に紹介しよう。

この研究グループは、サウスカロライナ州とジョージア州のゴルフ場から収集した抵抗性のスズメノカタビラの性質を調べている。まず、3種類のALS阻害剤(トリフロキシスルフロロン、ホラムスルフロロン、ビスピリバック-Na)への個体の抵抗性の強さについては調べ、いずれもゴルフ場での基準使用料の8倍処理しても全く影響が無かったと述べている。酵素レベルで比較した実験では、数100倍

から数1,000倍の差が認められた。作用点であるALSの構造的相違については、一つのアミノ酸トリプトファンがロイシンに変わっていただけであった。さらに、感受性と抵抗性個体の生育特性を比較したところ、成長率はだいたい同じであったが、抵抗性の方がより多くの花序と種子を形成した。

(2) 対策について

除草剤抵抗性変異の出現によってゴルフ場に生じるデメリットは、①管理法を変えなければならない、②管理コストが増大する、③選択できる除草剤の種類が少なくなる、④雑草の繁茂によって利用価値が低下し収益に影響する等、経営上の根本的な問題にも繋がる。

対策はごくあたり前の次の3点しかない。

- 1) 芝の生育を良好にして競争力を高め、普段から雑草の侵入と定着を抑え、化学的防除への依存度を下げる。
- 2) 主要雑草の除草剤処理後の状態につねに気を配り、抵抗性発現を早期発見する。発現の兆候を発見したら、すぐに連用（同一作用機構の他剤を含む）をやめる。
- 3) 普段から作用機構の異なる除草剤のローテーション体系を組む。

日本のゴルフ場では、ヒメクグ等カヤツリグサ科多年草に対するSU剤抵抗性が顕在化しつつあるようだが、米国の状況から見てもスズメノカタビラ等他の雑草種も抵抗性を獲得している可能性は十分考えられる。なぜなら、ゴルフ場で汎用される除草剤は作用機構的にみるとALS阻害をはじめごく限られている上、すでに同一（作用機構の）剤が連用されている可能性が高いからである。

おわりに

世界で除草剤抵抗性変異型の発現が報告されている雑草が450種を超えると云うことは、確かに驚くべき状況であるが、筆者はまだ増え続けている現状にさらに脅威を感じている。図2で見える限りALS阻害剤とグリホサートについては現在もほぼ直線的に増加している。

ただし、これら数値でみられる情報が、必ずしも

実態を具現しているわけではない。氷山の一角かもしれないのである。なぜなら、International Herbicide Resistant Weedsが把握しているものは、専門の科学誌（講演要旨も含む）に掲載された再現性を担保される情報に限られているからである。ゴルフ場やいわゆる非農耕地の管理現場の方々からは、最近特定の雑草種に除草剤が効きにくくなったという声をたびたびきく。原因はいろいろ想定できるが、除草剤抵抗性の発現も疑ってみるべきだと思われる。表1のリストからは、ゴルフ場での抵抗性問題は米国ではかなり深刻だが、日本では大した問題ではないようにみえる。しかし、この違いは、芝地の雑草防除に対する研究体制や抵抗性問題への関係者の感受性についての米国と日本の差を反映しているという見方もできる。

日本における代表的な除草剤抵抗性問題は、1980年代の果樹園・非農耕地でのパラコート抵抗性、2000年代からの水田でのスルホニルウレア系除草剤抵抗性である。これらは共通的に、とにかく‘何でも一度に’といった人間の安易な「バカチョンの」利用に対する、雑草の報復のようにも思える。ゴルフ場で似たようなことが進行していないことを願うばかりである。

参考文献

- 1) Cross, R. B., McCarty, L. B., Tharayil, N., Whitwell, T and Bridges, Jr., W. C. 2013. Detecting Annual bluegrass (*Poa annua*) resistance to ALS-inhibiting herbicides using a rapid diagnostic assay. *Weed Science* 61 : 384-389.
- 2) Cross, R. B. , McCarty, L. B., Tharayil, N., Whitwell, T and Bridges, Jr., W. C. 2015. Comparison of enzyme and growth characteristics and ALS-inhibitor susceptible and resistant annual bluegrass (*Poa annua*) biotypes. *Weed Science* 63 : 220-228.
- 3) Ervin, D and Jussaume R. 2014. Integrated social science into managing herbicide-resistant weeds and associated environmental impacts. *Weed Science* 62 : 403-414.

- 4) ゴルフ場防除技術研究会. 2015. ゴルフ場で使用される芝適用登録除草剤. <http://www.bougiken.com/data.html>.
- 5) Herbicide-resistant weeds: A 21st century problem. GCM Magazine, Nov.2012.
- 6) International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org
- 7) 伊藤操子. 1993. 雑草学総論. 養賢堂, 東京
- 8) 伊藤操子・山口祐子・梅本信也. 2002 日本のゴルフ場におけるツルズズメノカタビラの侵入実態. 雑草研究 47: 82-88.
- 9) 小林央往・植木邦和. 1987. ゴルフ場スズメノカタビラ集団のシマジン抵抗性について 2. 出現様式 雑草研究 32 (別): 147-148.
- 10) 松本宏. 2011. 雑草制御学の到達点とその展望. 日本雑草学会 50 年のあゆみ. 15-20.
- 11) 特定非営利活動法人緑地雑草科学研究所. 2014. 中部地区ゴルフ場の植生管理の実態: アンケート調査報告. 第 6 回シンポジウム講演要旨.
- 12) 土田邦夫. 2013. 水田・畑地・芝地における除草剤抵抗性雑草の対策. 雑草と作物の制御 9: 7-14.
- 13) 梅本信也. 2001. 変種ツルズズメノカタビラの種類学的検討. 芝草研究 30: 20-23.
- 14) Weed Science Society of America. 2011. Herbicide Resistance Management Lesson 1, Current status of resistance. ppt..
- 15) Zimdahl, R. C. 1999. Fundamentals of Weed Science, 2nd edition. Academic Press, San Diego.

コラム The International Survey of Herbicide Resistant Weeds (ISHRW) の紹介

ISHRW は世界の除草剤抵抗性雑草発現に関する最新情報を提供し続けているウェブサイトである。80 カ国以上の雑草科学者（政府、研究機関、企業）の協力のもとに運営されている。主な目標は、この分野に「正確」な情報が伝達・維持されることとすることである。

情報は膨大なので紹介のしようがないが、次のような主な区分がある。

- ・ 雑草の種類別
- ・ 国別
- ・ 作物別（鉄道など場面も含まれる）
- ・ 作用機構（Site action）別
- ・ 除草剤別

さらに、最近の注目すべきテーマとして、

- ・ ALS 阻害剤の変異データベース（作用点でのアミノ酸の変異に関するものすべてをリスト）
- ・ グリホサート抵抗性雑草

の項目も目次にある。

また、要約グラフ類パワーポイントのダウンロードもできる。

検索の一例として、雑草名で *Poa annua* を入れると、27 の事例が年代、場面、除草剤名、作用機構で表示される。その中の 1 つをクリックすれば、さらに詳しい情報とともに、この情報の提供者の氏名、所属、メールアドレスにたどり着き、情報交換ができる。

当然のことだが、情報提供のためのページもある。

このサイトは、すでにご活用の方々もおられると思うが、いずれにせよ、世界がこの問題をいかに深刻に受け止めているかの証しでもあろう。

The screenshot shows the website interface for the International Survey of Herbicide Resistant Weeds (ISHRW). At the top, there is a navigation bar with links for Home, Summaries, Resistant Weeds, Add New Case, Herbicides, Researchers, Literature, and Help. Below this is a large banner image of a combine harvester in a field. The main content area includes a section titled 'Guidelines for Minimizing the Risk of Glyphosate Resistance in the UK' with a sub-header 'WRAG (UK Weed Resistance Action Group) has done a great job developing these guidelines, you can download them here'. Below this is a section for 'PowerPoint Charts Available for Download - April 15th, 2015' with a sub-header 'High resolution PowerPoint charts available for presentations and extension publications. The PowerPoint contains charts made in Excel Data from April 15th, 2015. WSSA version (WSSA Group Numbers) and HRAC version (HRAC Group Letters)'. There is also a section for 'International Survey of Herbicide Resistant Weeds' with a sub-header 'Friday, August 14, 2015' and a paragraph stating 'There are currently 459 unique cases (species x site of action) of herbicide resistant weeds globally, with 246 species (143 dicots and monocots). Weeds have evolved resistance to 22 of the 25 known herbicide sites of action and to 157 different herbicides. Herbicide resistant weeds have been reported in 86 crops in 66 countries. The website has 2111 registered users and 476 weed scientists have contributed new cases of herbicide resistant weeds. View Recent Additions, Site of Action Summaries, or the Herbicide Classification System'. Below this is a section for 'SELECT LISTS OF HERBICIDE-RESISTANT WEEDS BY ONE OF THE BELOW' with dropdown menus for Weed Species, Herbicide Site of Action, US State, and Weed Common Name. There is also a section for 'NEW: Genomic DNA Sequences that Encode for Herbicide Targets' with a sub-header 'Dario Giacomini has created this database to (1) give quick access to the most common herbicide resistance genes across a wide range of weed species and (2) provide a resource for researchers interested in discovering these gene sequences from weed species not listed here. Click here to go to the Sequence Database'. At the bottom, there is a section for 'Removal of Synthetic Auxin Resistant Tripleperennium perfoleratum from the survey.' and the URL 'http://weedscience.org/' and the date '2015/08/1'.

『芝蟲紳士録』

(しばむししんしろく)

その二十二

“ブユ”

ゴルフ場に出没する芝蟲たちの中で、一番お客さまに迷惑をかけているのは誰～だ？おそらく私のことでしょう。私は“ブユ”（蚋）。関東ではブヨ、関西ではブトなんて呼ばれているけど、芝蟲紳士録（淑女録？）に登場した数多くの害虫のなかでもプレイヤーの皆様被害を及ぼしているのは私が一番ね。夏場の早朝に人の姿をみつければお客様だろうが、キャディーさん、管理の方だろうが必ず襲っていきますよ。

私は卵を産むために栄養をつけに血を舐めに行きます。蚊と同じでメスだけが吸血しますが、私たちブユと蚊と一緒にしないでくださいね。自尊心が傷つきますので、ここでブユがカとどのように違うのかお話ししたいと思います。

まず、カは刺します。口針を持っていて血を吸うのです。刺されたことに気が付かないこともありますよね。私たちはそんな優しいやり方ではありません。皮膚を噛み切るのです。多少の痛みを感じて流血していることに気付くことがあるでしょう。その血を舐めるのです。

カも血を吸うときに血液が凝固しないように「かゆかゆ物質」を注入するのですが、私たちの毒素はそんな生易しいものではないのです。吸血直後は痒みがあまり感じられなくても、翌日以降に患部が赤く腫れ上がり、激しい痒みや発熱の症状が1～2週間続くのです。アレルギー等の体質の人は重篤な症



俺がブユです。小さなハエだが、人間には悪戯しちゃいます。

状になることもあるのです。“ブユ刺咬症”という立派な症状名だってあります。

では私たちの被害を受けないようにするにはどうすれば良いのでしょうか。何で私がそんな事を教えなきゃいけないのか判りませんが、グリーンニュース編集部がそうしなさいというのでお話ししましょう。

紳士のプレイヤーの方は半ズボンを着用することはないと思いますが、私たちのいる場所では手足をしっかりと覆ってブユ用の防虫スプレーを使うのが賢明です。

でも咬まれてしまったら、はっきり言って「病院に行ってください。」市販の虫刺され薬はほとんど効果がありません。病院で処方された抗ヒスタミン薬・ステロイド成分の配合されている外用薬を使いましょう。

発生の多いゴルフ場なら、毒抜き器具“ポイズン・リムーバー”なんていうものもありますので常備してもよいかもしれません。また咬まれた痕にお灸をすると熱で毒成分が分解するという説もあります。皆さん頑張って対応を考えてください。

ところで、私たちが棲んでいるところはとても環境の良いところなのです。山奥の清流の流れる自然環境の素晴らしいゴルフ場にしかないのです。春に成虫となった私たちは水中や水際に卵塊を産み付けて、幼虫は溪流の岩の表面や水草に張り付いて生活しています。そして水中で蛹になり初夏から秋にかけて活動をします。

私たちの幼虫が生息している事は清らかな流れの指標となっています。私たちがいることは、そのゴルフ場の自然環境が素晴らしいということを示しています。でも、そのようなゴルフ場でプレーするときは私たちに“気をつけなはりな！”



人の血なめてお腹パンパン。

スズメノカタビラ支配
から解き放つ。
ワイドに羽ばたく防除力



理研

ソリスト[®]
顆粒水和剤

特長
1

スズメノカタビラに対する
処理適期幅(発生前~発生初期)が広い

夏期から翌年の早春期にかけてダラダラと発生するスズメノカタビラにも有効。散布可能期間が長いため、散布スケジュールに余裕ができます。

特長
2

薬剤の処理層が厚い

サッチ層の奥から発生するスズメノカタビラも防除。

特長
3

殺草スペクトラムが広い

イネ科だけでなく広葉雑草も同時に防除が可能。

芝生用
除草剤

“輝くゴルフコース への招待状”

スズメノカタビラなどが生えにくいコースづくりを
2剤の防除力で。

狙った獲物は
逃がさない。
イネ科雑草とヒメクグを
ダブルでブロック



スパータ[®]
顆粒水和剤

特長
1

発生前の一年生イネ科雑草を防除
スズメノカタビラ、メヒシバなどのイネ科雑草に対して
高い土壌処理効果を発揮します。

特長
2

除草剤低感受性ヒメクグにも卓効

ヒメクグ(発生前~初期)に対し、連続処理による高い効
果が期待できます。

特長
3

日本芝、バミューダグラスに
対する安全性が高い

暖地型芝草に安心して使用できます。

【おわびと訂正】

2015年3月31日に発刊いたしました「グリーンニュース94号」におきまして、記載に誤りがございました。正しくは以下の通りです。

巻末 エスペランサの登録内容 使用倍率

(誤) 樹木類/ケムシ類 (1000~2000倍)

(正) 樹木類/ケムシ類 (10000~20000倍)

読者の皆様にご迷惑をお掛けしましたこととお詫びするとともに、ここに訂正させていただきます。



【編集後記】

グリーンニュースの内容について御意見・御感想がありましたら、FAX または eメールにてグリーンニュース編集部までお送りください。

●送付先 〒110-8520 東京都台東区東上野 4-8-1 TIXTOWER UENO 8F
株式会社理研グリーン グリーンニュース編集部
FAX : 03-6802-8577 e-mail : green-news@rikengreen.co.jp
URL : <http://www.rikengreen.co.jp>



緑をつくり、育て、守る。

株式会社 理研グリーン

本社	〒110-8520	東京都台東区東上野 4-8-1 (TIXTOWER UENO 8F)	☎ 03-6802-8301 (代)
札幌駐在員事務所	〒003-0029	札幌市白石区平和通 16 丁目北 7-1 (カーサバズ 202)	☎ 011-595-7401 (代)
仙台支店	〒980-0014	仙台市青葉区本町 1-11-1 (仙台グリーンプレイス 5F)	☎ 022-222-9599 (代)
東京支店	〒110-8520	東京都台東区東上野 4-8-1 (TIXTOWER UENO 8F)	☎ 03-6802-8943 (代)
静岡支店	〒422-8058	静岡市駿河区中原 551 番地	☎ 054-283-5555 (代)
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄 2-1-1 (日土地名古屋ビル 16F)	☎ 052-218-3060 (代)
大阪支店	〒560-0082	大阪府豊中市新千里東町 1-5-3 (千里朝日阪急ビル 5F)	☎ 06-6871-1691 (代)
福岡営業所	〒812-0004	福岡県福岡市博多区榎田 2-2-1 (久次ビル 5 号室)	☎ (大阪支店にて代行受付)
福田工場	〒437-1213	静岡県磐田市塩新田 432-3	☎ 0538-55-5108 (代)
グリーン研究所	〒437-1218	静岡県磐田市南田伊兵衛新田 859-1	☎ 0538-58-1282 (代)