

はしがき

植物は動物と異なりその生活の場所を移動することができないことから、自然環境の変化を鋭敏に感受して、自らの生命の維持や種の繁栄のためにさまざまな戦略（知恵）を具備しています。

わたしたちは、植物に具備されている“知恵”のしくみの謎を化学、生物学、農学など多方面から解明し、さらにその研究成果をわたしたちの生活に生かすことを目的に大学、高校、官民の研究者だけでなく、出版および報道関係者も加えて、北は北海道から南は九州・鹿児島から多くの方々の参集のもと、平成23年に植物生理科学研究会を立ち上げました。同年、第1回シンポジウムを近代日本の発祥地とも言える薩摩・鹿児島大学で開催しました。会員のほかに大学生、高校生、一般参加者も含め60名を超える参加者によって、会場があふれ、立見席が出るほど盛況でした。特別講演では予定時間を超える質疑応答があり、成功裏に終えることができました。第2回シンポジウムは北海道大学で、第3回シンポジウムは神戸天然物化学株式会社・バイオリサーチセンターで開催されました。平成25年から植物生理科学研究会から植物生理化学会に名称変更し、第4回シンポジウムは東北大学で、第5回シンポジウムは筑波大学で開催され、第6回シンポジウムは本年（平成28年）大阪府立大学で開催されました。この間、学会員による学術論文や学術書が多数発表されてきました。詳しくは巻末の学会活動史をご参照ください。

会の発足から5年を経過したことを記念して、世界の第一線で“植物の知恵”のしくみの謎を解明すべく基礎研究を行っておられる研究者の方々、さらにその“植物の知恵”に関する基礎研究によって得られた研究成果をわたしたちの実生活に生かすべく応用研究を行っておられる研究者の方々に執筆をお願いし、本書『植物の知恵とわたしたち』を出版する運びとなりました。

本書が関連の研究者のみならず、一般読者の方々にも“植物の知恵の謎解き”に関心をもっていただく端緒になれば望外の喜びであります。

編 集 植物生理化学会

初代会長 井上 進 (丸和バイオケミカル株式会社・代表取締役)

前 会 長 繁森 英幸 (筑波大学生命環境系・教授)

現 会 長 宮本 健助 (大阪府立大学・教授)

監 修 顧 問 長谷川宏司 (筑波大学・名誉教授)

植物の知恵とわたしたち

目 次

はしがき 〈井上 進・繁森 英幸・宮本 健助・長谷川宏司〉…i

第1部 植物の知恵を解き明かす

第1章 実験モデル植物シロイヌナズナとは 〈後藤 伸治〉…2

1. はじめに 2
2. 初期のシロイヌナズナ研究者たち 3
3. シロイヌナズナとはどんな植物か 5
4. 実験モデル植物としての特徴 6
5. シロイヌナズナ突然変異体を用いた研究 7
 - (1) ピン (pin-formed) 突然変異体 7
 - (2) はじけないサヤ 9
 - (3) 花成ホルモンの実体 10
 - (4) 種皮細胞の隆起と粘質物分泌 11
 - (5) 試験管の中で花を咲かせる 12
 - (6) 暗所での花芽形成 13
 - (7) 花器官形成の ABC モデル 15
6. おわりに 16

第2章 植物の運動 18

第1節 光屈性 〈長谷川 宏司〉 18

1. 光屈性とは 18
2. 光屈性のしくみ—ダーウィン父子の実験からコロドニー・ウェント説の誕生まで 19
 - (1) ダーウィン父子の実験 19
 - (2) ボイセン・イェンセンらの実験 20
 - (3) ウェントの実験 21
 - (4) 植物ホルモン・オーキシンとは 21
 - (5) 光屈性のしくみを説明する“コロドニー・ウェント説”の誕生 23
3. コロドニー・ウェント説を疑問視する論文の数々 24

(1) 外から与えた放射能でラベルしたインドール酢酸は光屈性刺激で本当に偏差分布を示すのか	24
(2) 光屈性は影側組織の成長が促進されることによって引き起こされるのか	24
(3) コロドニー・ウェント説を覆すブルインスマ (J.Bruinsma) らの研究	26
(4) コロドニー・ウェント説を覆す筆者らの研究	29
(5) 光屈性を制御する成長抑制物質 (オーキシン活性抑制物質) とは	33
(6) コロドニー・ウェント説誕生の基盤となったダーウィン父子の実験とポイセン・イェンセンらの実験についての検証	37
(7) 分子遺伝学的手法によるオーキシン量の偏差分布の実験結果からコロドニー・ウェント説はゆるがないという論文に対する疑問	40
4. 現在考えられ得る光屈性のメカニズム	41
5. 光屈性とわたしたち	42
第2節 重力形態形成・重力屈性	〈宮本 健助〉 46
1. 重力屈性—その生物学的意味	46
2. 重力屈性の研究の歴史	48
3. 重力感受とアミロプラスト	49
4. 重力シグナル伝達—カルシウムイオンと水素イオン	55
5. 重力刺激の伸長部域への伝達と屈性—オーキシンと成長阻害物質	57
6. 重力が関わるさまざまな形態形成	62
(1) 宇宙植物科学の手法によって明らかにされた成果	62
(2) 特殊な重力屈性—傾斜・側面重力屈性、枝垂れ、茎の正重力屈性	70
7. 重力屈性のしくみ	71
8. 重力屈性とわたしたち	73
第3節 葉の開閉運動のしくみ	〈高原 正裕・神澤 信行〉 75
1. はじめに	75
2. オジギソウの運動と研究の歴史	76
3. 運動機構を理解するための新しい取り組み	79
(1) アクチン細胞骨格の関与	80
(2) 遺伝子組換え技術の導入	82
(3) 接触傾性運動にみる知恵のしくみ	82

4. マメ科植物は夜、眠るように葉を折りたたむ 83
5. 葉枕での就眠運動の進化的な起源について 84
6. オジギソウの就眠運動から「生物時計」が見つかった 85
7. 就眠運動のメカニズム 86
 - (1) 素早い運動と就眠運動の相違点 86
 - (2) 化学物質による就眠運動の調節 87
 - (3) 葉枕を基点とした運動は気孔の開閉と似ている？ 87
 - (4) 就眠運動にみる知恵のしくみ 87
8. おわりに 90

第3章 植物の防衛機能 92

第1節 光との戦い 〈竹田 恵美〉 92

1. はじめに 92
2. 紫外線との戦い 94
 - (1) 紫外線の吸収を減らすしくみ 95
 - (2) 紫外線による障害を修復するしくみ 96
3. 可視光との戦い 96
 - (1) 過剰光を吸収しないしくみ 99
 - (2) 活性酸素の発生を最小限に抑えるしくみ 100
 - (3) 発生する活性酸素を速やかに消去するしくみ 111
4. おわりに 112

第2節 微生物との戦い 〈瀬尾 茂美〉 114

1. はじめに 114
2. 植物の病害抵抗性 115
 - (1) 抵抗性遺伝子とは 115
 - (2) 過敏反応とは 116
 - (3) 全身獲得抵抗性とは 118
 - (4) シグナル物質 — 植物ホルモンや植物ホルモン様物質について 118
 - (5) サリチル酸の役割 118
 - (6) ジャスモン酸の役割 119

(7) エチレンの役割	120
(8) 農薬への利用の可能性	121
3. おわりに	122
第3節 植物との戦い 〈山田 小須弥〉	123
1. はじめに (アレロパシーとは)	123
2. 阻害的アレロパシー	124
3. 促進的アレロパシー	128
4. アレロパシーの生物学的意義 (アレロパシー仮説と Novel weapon 仮説)	133
5. 植物以外の生物との相互作用 (植物体外放出因子)	135
6. おわりに	138
第4節 傷害との戦い 〈繁森 英幸〉	140
1. はじめに	140
2. 高校の生物の教科書における“頂芽優勢”の記述について	140
3. 頂芽優勢に関するこれまでの研究の経緯	141
4. 筆者らの研究グループによる研究	143
5. 他の研究グループによる研究	145
6. 側芽成長促進機構について	145
7. 側芽の成長における休眠期から成長期への移行	146
8. 今後の課題	147
9. 展望	148
第5節 塩害との戦い 〈鈴木 美帆子〉	149
1. はじめに	149
2. 7種のマングローブ植物とポプラの葉におけるアデノシン代謝の比較	152
3. マングローブ植物ヒルギダマシにおけるエタノールアミンとコリンの代謝	153
4. マングローブ植物ロッカクヒルギ培養細胞における解糖系の調節	156
5. マングローブ植物ロッカクヒルギ培養細胞におけるプリン、ピリミジン、ピリジンスクレオチド代謝の制御機構	158
6. おわりに	161

第4章 植物の老化・開花・休眠とは163

第1節 老化のしくみ 〈上田 純一〉 163

1. 植物の寿命と老化 163
2. 黄変と紅葉 164
3. 落葉や落果と離層形成 170
4. 葉の黄変や紅葉、落葉や落果のメカニズム 173

第2節 開花のしくみ 〈横山 峰幸〉 176

1. はじめに 176
2. フロリゲンをめぐる研究の歴史 177
3. 花芽形成のイベント—組織・分子レベルからの解明 179
4. 花芽形成のイベント—化学物質からの解明 184
 - (1) ジベレリン 184
 - (2) KODA 185
5. 花芽形成に関わる農業上での問題と利用例 187
 - (1) 花芽形成に関わる農業上の問題 187
 - (2) 花芽形成に関わる農業上の利用 188
6. 開花とストレスとの関わり(まとめとして) 189

第3節 休眠のしくみ 〈丹野 憲昭〉 192

1. 休眠とは 192
2. 休眠器官の種類と構造 194
3. 休眠の生理的しくみ 196
 - (1) 休眠物質—アブシシン酸を主として 196
 - (2) 発芽促進(休眠解除・発芽誘導)の植物ホルモン—ジベレリン 200
 - (3) 休眠におけるアブシシン酸とジベレリンとの関係—光発芽種子の暗休眠の分子遺伝学を例として 202
 - (4) 休眠に関する遺伝子 205
4. ヤマノイモ属植物の特異な休眠—ジベレリン誘導休眠 206
 - (1) ヤマノイモ属のむかごと地下器官の休眠 206
 - (2) ヤマノイモ属のジベレリン誘導休眠 209
 - (3) ヤマノイモ属の内生ジベレリン 211

- (4) むかごのジベレリン誘導休眠とアブシシン酸およびバタタシン類 213
5. まとめとして 217
- (1) 休眠のメカニズムとその課題 217
- (2) ヤマノイモの休眠とわたしたちの生活 218

第2部 わたしたちの生活に役立つ植物の知恵

第5章 農作物への応用……………224

第1節 有用作物の作成 〈穴井 豊昭〉 224

1. 農耕の始まりと作物の成り立ち 224
2. 品種改良の歴史と遺伝子の話 226
3. 品種改良技術のいろいろ 229
4. 品種改良の成果 232
5. 夢の作物をめざして 234

第2節 サステイナブルなコンポストで都会を緑に森林を元気に 〈加藤 幹久〉

237

1. はじめに 237
2. 植物工場 239
3. 植物工場の課題として 241
4. LEDとセラミックC構造体を用いて 243
 - (1) アブラナ科の室内栽培 243
 - (2) その他の品目 245
5. 温暖化防止 250
6. おわりに 251

第6章 医療分野への応用……………253

第1節 医薬品の開発 〈中村 克哉〉 253

1. はじめに 253
2. 植物は医薬品の宝庫 254
3. 一次代謝産物と二次代謝産物 256

4. 二次代謝産物の生産	257
5. 医薬品候補物質の探索	258
6. タキソール — 全合成の時代	262
7. イリノテカン — 日本発抗がん剤開発への挑戦	264
8. アルテミシニン — 微生物による製造	265
9. 筆者たち（神戸天然物化学）の取り組み — 大腸菌を中心に	269
10. これから	272
第2節 植物栽培と社会性 —— 精神医療への応用 ——	〈山本 俊光〉 275
1. 植物の栽培と子どもの教育	275
2. 植物と関わる効用	283
植物生理科学研究会・植物生理化学会の活動史288
植物生理科学研究会・植物生理化学会の出版物291