

作物のエージング 作物の形態と機能6

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	折谷, 隆志
巻/号	28巻8号
掲載ページ	p. 350-355
発行年月	1973年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



作物のエイジング

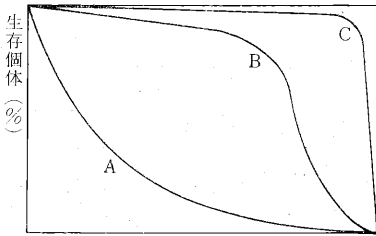
—作物の形態と機能 6—

折谷 隆志

1. はじめに

生物の器官あるいは個体の機能が自然に終結する過程を老衰 (Senescence) と称し、生物が死に至らずに単に時間の経過に伴って生育する現象を老化 (Aging) として区別している。しかし、この両者の厳密な定義はなく、一般に両者をまとめて老化とする場合が多い。

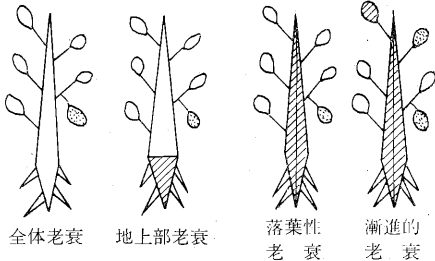
いま種々の植物において時間の経過に伴って死んでゆく数をかぞえて生存個体曲線を作ってみると、第1図のように3つのグループに分けることができる。



第1図 生存個体曲線 (時間)

- A: 老衰を示さない集団
- B: 多年生の植物のように生育後期に枯死する集団
- C: 一年生植物のように多数の集団が突然に枯死する集団

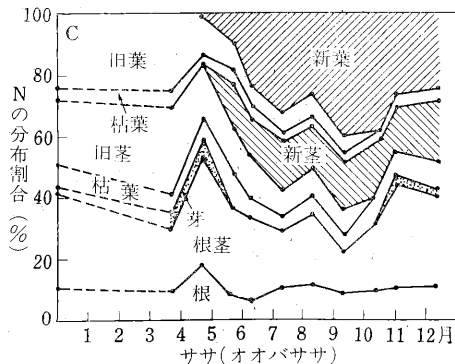
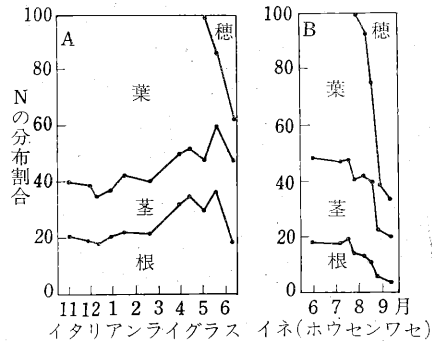
例えば北アメリカの樹齢3000年にも及ぶセコイヤのようにほとんど老衰しないグループが属している。これらの植物が枯死するのは病虫害や台風などの生態的要因による場合が多い。これに対して水稻やイタリアンライグラスなどの多くの一年生植物は結実期を迎えると季節と同調して一斉に枯死する。これらのグループは同図Cのようになる。グループAとCの間には同図Bのように生育後期に死亡率が上昇する多年生植物が存在している。



第2図 植物にみられる老衰の模式図
空白部: 老衰器官 黒色部: 老衰しない器官

いっぽう、このような老衰現象を形態の面からみると、第2図のように分類される。すなわち一年生植物などは全体老衰に属し、多年生草本のように茎葉だけが老衰する地上部老衰、落葉樹のように毎年葉を落す落葉性老衰、常緑樹のように下位葉からゆっくり落葉する漸進的老衰などは器官老衰に属する。

いま、水稻、イタリアンライグラス、ササなどの草本において、植物体各器官の老化の経過を知るためにNの器官別分布割合の推移を調査してみると第3図のようになる。同図A、Bのイタリアンライグラス、水稻などでは、出穂期以降、葉のNは急激に減少して穂へ移行している。同図Cのササなどの多年生植物では、根茎と根の占めるNの割合は大きく、これらの器官におけるN割合の消長は地上部の器官形成と密接に関係して変動している。ササでは萌芽期の3月下旬より新葉、新茎の展開に伴って旧葉、旧茎がスムーズに交代し毎年器官老化がくり返されている。しかし、この植物においても開花結実



第3図 2, 3のイネ科植物のN分布割合の推移

1) Leopold, A.C. 1961. Science 134. 1727.

の過程において急激な同化器官の老化に伴う個体の枯死が一年生植物とほぼ同様に認められる。以上のように植物体は茎葉などの器官老化をくり返しながら生育しやがて全体老衰へと導かれる。

2. 器官老化

植物体の器官老化としては、葉、茎、根、果実、種子などの老化が問題となるが、ここでは主に同化器官として最も重要な葉の老化について考えたい。

一般に葉の老化の外見的特徴は葉内のクロロフィルの減少、クロロプラスト蛋白の分解に伴う葉の黄化である。これは葉の正常な光合成機能の減少と密接に結びついている。葉が植物体から切り取られた時に、これらの分解過程は著しく促進され、多くの成熟葉は急速に老化し始め、切除後数日以内に蛋白レベルの低下をきたす。切除葉における急速な蛋白分解と黄化は、いろんな点において、植物体に附着する正常葉の老化と異なるように思える。呼吸代謝は²⁾とくに切除葉が暗所に保たれた時に大きく影響される。炭水化物の急速な低下が飢餓葉において起こり、同時に蛋白の分解産物が蓄積する。これに対して、正常な附着葉ではこれらの分解産物は容易に植物の他の部分へ転流される。大麦の附着葉では葉の老化期間を通して呼吸量は暗黒条件下においても長期にわたって低いが、切除葉では著しく高く炭水化物の減少、蛋白質の分解に伴って遊離アミノ酸が生成され、これらは呼吸基質として利用され、2次代謝産物としてアスパラギンやアンモニア等が蓄積する。このような切除葉の蛋白分解は光合成によって炭水化物および乾物量を増加したにもかかわらず起こることなどから³⁾、切除葉の蛋白分解は炭水化物の濃度によって大きく影響されない。

Chibnall⁴⁾による切除葉の葉柄に根を誘起せしめると葉の蛋白分解が阻害されるという発見は正常な蛋白質レベルを維持するある種の因子が根から葉に供給されるという説と一致する。同様に水稻、大豆、煙草などの発根葉で⁵⁾は、蒸溜水培養下で葉の蛋白レベルおよびRNA合成力は長期にわたって維持される。カイネチンが切除葉の蛋白分解をおおろくべきほど減少せしめるというRichmondとLang⁶⁾の発見は非常におもしろい。

このカイネチンは天然には存在しないが、組織培養では細胞分裂を引き起こし⁷⁾、頂芽優性による側芽の生長抑制を解除し⁸⁾、蛋白質や核酸合成を維持する⁹⁾ことによって葉の老化を遅らせる。

最近、いろんな濃度のカイネチンと蔗糖の組み合わせが煙草のカルスの生長とクロロフィルの生成を誘起することが報告されている¹⁰⁾。この事実は葉の葉緑素合成に対してカイネチンが直接的に関与するという証明の一つであろう。また、カイネチンが大麦の切除葉の蛋白分解を抑制する機作として老化葉において上昇するRNAアーゼ、DNAアーゼやペプチダーゼなどの活性をカイネチンは抑制するという報告¹¹⁾も見られる。

いっぽう、天然のサイトカイニンとしては¹²⁾、ゼアチン、ゼアチンリポシド、ゼアチンリポチド、イソペンテニールアデニン¹³⁾などが、またカイネチンと同じ生理活性をもつ合成類似物質としてベンジールアデニンが発見されており、これらはある種の収穫された野菜や花の商品として寿命を引きのばすのに商業的に利用されている。

いっぽう、これらのサイトカイニンが植物の根で生成され地上部の蛋白合成に関与するといういくつかの証拠がある。各種のヒマワリ¹⁴⁾、ブドウ¹⁵⁾、インゲンマメ¹⁶⁾などの植物の根、および溢泌液においてサイトカイニン様物質が存在すること、根の老化に伴ってこれらのサイトカイニン活性は著しく低下することが報告されている。筆者ら¹⁷⁾¹⁸⁾は水稻の根、および溢泌液から4種のサイトカイニン様物質を検出しゼアチン、ゼアチンリポシド、ゼアチンリポチドおよび新化合物としてゼアチングルコサイド¹⁹⁾を同定した。実際、水稻の遊離根培養においては根の生長に伴ってゼアチンが培地中に著しく増加

- 2) Yemm, E.W. 1965. in F.C. Steward (ed.) Plant Physiology Vol IV A. p. 231.
- 3) Vickery, H. B., G.W. Pucher, A.J. Wakeman and C.S. Leavenworth. 1937. Conn. Ag. Exp. Sta. Bulletin 399.
- 4) Chibnall, A.C. 1954. New Phytol. 53. 31.
- 5) 折谷隆志, 1963. 日作紀, 31. 277.
- 6) Richmond, A.E. and A. Lang. 1957. Science 125. 651.

- 7) Skoog, F. and C.O. Miller. 1957. Sym. Soc. Exp. Biol. 11. 118.
- 8) Sachs, T. and K.V. Thimann. 1967. Amer. J. Bot. 54. 136.
- 9) Osborne, D.J. 1962. Plant Physiol. 37. 595.
- 10) Kaul, K. and P.S. Sabharwal. 1971. Plant Physiol. 22. 742.
- 11) Roger, K.A. and B.I.S. Srivastava. 1969. Physiol. Plant. 22. 742.
- 12) Letham, D.S. 1967. Ann.Rev. Plant Physiol. 18. 394.
- 13) Hall, R.H., L. Csonka, H. David and B. McLennan. 1967. Science 156. 69.
- 14) Kende, H. 1965. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. 1302.
- 15) Skene, K.G.M. and G.H. Herridge. 1967. Plant Physiol. 40. 467.
- 16) Weiss, C. and Y. Vaadia. 1965. Life Sci. 4.1323.
- 17) 折谷隆志, 渡田隆治, 1967. 日作紀, 38. 459.
- 18) Yoshida, R. and T. Oritani and A. Nishi. 1971. Plant and Cell Physiol. 13. 86.
- 19) Yoshida, R. and T. Oritani, 1972. ibid. 13.337.

すること²⁰⁾, またインゲンマメの切除葉の発根に伴って葉中におけるサイトカイニンレベルが著しく上昇するという最近の報告²¹⁾から、「植物の根でサイトカイニンが合成され、これが地上部に転流されて地上部の蛋白合成の調整において重要な役割を果たしている」という仮説が証明されつつある。

いっぽう、葉の老化を抑制することにおいてカイネチンが他のホルモンに置きかえうという事実がある²²⁾。ギシギシ属の葉片の葉緑素保持に対しては、ジベレリン A₃ (GA₃) はカイネチンよりも効果的であり、タンポポやノーゼンハレンなどの葉片では GA₃ はカイネチンとほぼ同様に効果的である。さらにこれらの2つのホルモンの組み合わせは緑色保持に対して相加的作用を示している。

しかしながら、これらの生長促進物質群だけでは植物の老化を説明することは出来ない。植物の老化は植物体に生長阻害物質が蓄積されることにより引き起こされるという考えがある。実際、老化に伴って葉、莖、根、果実の阻害物質は増加している²³⁾。カバの木の短日処理によって阻害物質の含量はまず莖や葉において増加しやがて芽に移行し引き続いて休眠が始まる²⁴⁾。Konishi²⁵⁾ はハウレンソウとムシトリナデシコにおけるロゼット期と阻害物質とを関係づけている。短日による生長の抑制は葉における阻害物質の生成とおそらくは、この阻害物質の莖の生長点への移行によるものであろう。Wareing²⁶⁾²⁷⁾ はカバの木において季節が秋に近づくにつれて葉が阻害物質を形成しその量が増加していくことから、阻害物質の生成は日長によって制御されていると考えた。さらにこの物質を結晶物質として単離し、これをドルミンと名づけた。

いっぽう、Addicott²⁸⁾ は綿の未熟種子から器官脱離を促進する物質アブサイシン酸 (ABA) を発見した。この物質はドルミンと同じ物質であることが証明された。

今日この物質は植物に普遍的に存在する植物ホルモンとされている。またこの ABA は芽や種子の休眠の誘導、短日植物における開花の促進、他の促進的な作用をもつホルモン作用の抑制などを含めた幅広い効果をもっている。休眠打破²⁹⁾ は阻害物質の濃度が低下するか、あるいはその阻害物質の作用と拮抗するジベレリン等の促進ホルモンの濃度の上昇によって行なわれる。

実際、植物体の老化は一つの生長物質によってのみ規定されるものではなく、生長阻害物質とサイトカイニンのような生長促進物質が互いに拮抗的な作用をしながら植物の老化に関係する、と考えられる。例えば ABA, GA₃, インドール酢酸 (IAA) などは水稻葉片の老化を促進する物質群¹⁷⁾²⁰⁾ であり、カイネチンと拮抗的に作用している。またニンジンのカルスの生長において³¹⁾ もサイトカイニンの一つであるゼアチンが加えられると細胞の生長が起こるが、これに ABA が加えられるとカルスの生長は抑制される。しかし、この ABA は高濃度ではゼアチンと拮抗的に作用しているが、低濃度では何等阻害的に動かずにゼアチンと相乗的に作用している。最近落葉を促進するエチレンの効果が注目されている。しかしエチレンは若い葉柄の外植体にはほとんど影響を及ぼさないが老化した外植体の器官脱離を著しく促進する³²⁾。すでに述べたように、老化葉ではサイトカイニンレベルの低下と ABA レベルの上昇が示されたが、エチレンはこのような老化葉において離層部のセルラーゼ活性³³⁾ を高めることにより最終的に落葉を促進するよう作用するものと考えられる。

3. 全体老衰

われわれは全体老衰を引き起こす各種の原因についてのどのように考えたらよいであろうか。以前 Molisch³⁴⁾ は植物体から花や果実を除去すると老衰が大きく抑制されること、従って生殖生長は度々植物老衰の原因になることを指摘している。彼はこのような生殖生長と老衰との関係を植物体の莖葉から果実への代謝産物などの転流の結果、莖葉部ではこれらの養分に不足をきたすことによるとしている。しかしながら花器の出現から結実期に至

20) 葭田隆治, 折谷隆志, 1972. 日作紀 41. 別号 1. 157.

21) Engelbrecht, L. 1972. Biochem. Physiol. Pflanzen 163. 335.

22) Back, A. and A. Richmond. 1969. Physiol. Plant. 22. 1207.

23) Varga, M. and E. Koves. 1958. Naturwiss. 45. 468.

24) Kawase, M. 1961. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 78. 532.

25) Konishi, M. 1954. Proc. Japan Acad. 30. 24.

26) Eagles, C.F. and P.F. Wareing. 1963. Nature 199. 874.

27) Cornforth, J.W., B.V. Milborrow, G. Ryback and P.F. Wareing. 1965. *ibid.* 205. 1269.

28) Addicott, F.T. and J.L. Lyon. 1969. Ann. Rev. Plant Physiol. 20. 139.

29) Eagles, C.F. and P.F. Wareing. 1964. Physiol. Plant. 17. 697.

30) 折谷隆志, 葭田隆治, 折谷隆之, 1969. 日作紀 38. 587.

31) 折谷隆志, 葭田隆治, 1971. 日作紀 40. 別号1. 205.

32) Abeles, F.B. 1968. Plant Physiol. 43. 1577.

33) Horton, R.F. and D.J. Osborne. 1967. Nature 214. 1086.

34) Molisch, H. 1938. The longevity of plants. Science Press. p. 226.

るまで一定間隔毎に花器を除去してみる³⁵⁾と老衰の徴候は開花期から結実期にかけて継続的に起こっており、老衰は果実への養分の転流とは単純に結びついていない。また大麻やハウレンソウのような雌雄異株植物において、小さな雄の植物は雌の植物が結実する前に枯死する。これらの雄株から花をつみとるとこの雄株の老衰は抑えられる。とくに葯から花粉が飛散しない内に花をとり去ると老衰は著しく抑えられる。また雌株においても受粉前に花をつみとるとこの植物の老衰は著しく抑制される。このような観察から、老衰は植物による生殖器官の形成、とくに開花から結実に至る一連の過程と密接に関係するものと考えられる。

はじめに述べたように、一年生草本は結実期に急激な同化器官の老衰を伴って一斉に枯死する。このような老衰の様子は水稻では穂揃期のN追肥にもかかわらず、出穂期以降の葉におけるRNA及び蛋白レベルの急速な低下を伴っている³⁶⁾。また可溶性-Nレベルは生育初期には体内の蛋白レベルと平行して上昇している。すなわち生育初期には体内の可溶性-Nレベルが高い程蛋白レベルも高くなる。しかしながら登熟期には体内の可溶性-Nレベルにかかわらず蛋白レベルは低下して、いわゆる分解的な状態を示している。Woolhouse³⁷⁾はシソの葉の老衰に伴って減少する蛋白区分としては、光合成において重要な役割を果たしている carboxydismutase を含む可溶性蛋白区分であると報告している。また水稻の登熟期には葉の蛋白レベルの低下に際して体内の遊離アミノ酸としてバリン、ロイシン、プロリンなどが増加しており、登熟期の植物体はそのN代謝の面では分解的特性を強めている³⁸⁾。なお植物体の遊離アミノ酸のうちでプロリンはとくに積雪低温下のイタリアンライグラス、ススキ、ササなどの茎葉あるいは休眠芽においても大量に増加し春季の萌芽に伴って著しく減少している。

いっぽう、このような植物体の老化に従ってサイトカニンやABAなどがどのように行動しているのだろうか。水稻葉の老化³⁸⁾に伴って葉のサイトカニン含量は著しく低下しており、このサイトカニンレベルは老衰の早い品種では老衰の遅いものに比べてより急速に低下する。大豆では³⁹⁾サイトカニンレベルの低下と対

応してABA活性が著しく上昇しており、また落葉の早い品種では遅いものに比べてサイトカニンレベルがより急速に低下し、かわってABA活性がより上昇している。Mayak⁴⁰⁾らは若いバラの花弁では、サイトカニン活性が高くABA活性は低いが、老化に伴ってサイトカニン活性が低下してABA活性が著しく上昇していること、またABA活性の上昇とエチレンの上昇が相伴って起こっていると報告している。

これらの事実からサイトカニンやABAが作物体の老化に関係していることは明らかであり、一般に植物体の根において生成されたサイトカニンは地上部の蛋白合成に関係しており、ABAなどの生長阻害物質は地上部の茎葉、種実などを中心として生成され植物の老衰と直接的に関係しているように思える。例えばイネ科のササはほぼ60年に一回開花し枯死するといわれている⁴²⁾が、これらの穂には多量のABA様物質が検出されている。さきに述べたように一年生植物は開花期をさかいにして急激に老衰するようになるが、第1表のように開花期以降一定間隔毎にイネの穂を切りとった実験³⁸⁾では、とくに出穂および乳熟期における穂の切除により新しい茎葉が展開し植物体の老衰は著しく抑制されている。さらに茎葉が完全に老衰した完熟期の穂の切除によっても新しい分けつの発生に効果的

第1表 出穂後におけるイネの穂の除去が物体の老衰は著しく抑制されている。さらに茎葉が完全に老衰した完熟期の穂の切除によっても新しい分けつの発生に効果的

穂の切除時期	出穂後発生した分けつ*	
	分けつ数	草丈 (cm)
出穂期 (8/17)	21	55
乳熟期 (8/24)	19	53
黄熟期 (8/31)	14	37
完熟期 (9/7)	2	10
切除しないもの	0	0

* 調査月日: 10/1

であることは、穂の存在そのものが直接的に植物体の老衰と関係していることを暗示する。いっぽう、穂の中のABA様活性は未熟種子において最も高く穂が成熟するにつれて次第に減少する。最近の研究によると、イネの未熟種子の生長阻害物質の活性主体はアルコール性 α - β -不飽和カルボン酸⁴³⁾でありこの物質はABAの働きと同様にサイトカニンやGA₃の作用を阻害し水稻葉の老化を促進する。以上のようなN代謝および生長物質の変動してあらわれる老衰の機構については、(1) 生殖器官において老衰

35) Leopold, A. C., E. Niedergang-Kamien and J. Janick. 1959. *Plant Physiol.* 34. 570.

36) 折谷隆志, 葭田隆治, 1969. 日作紀, 38. 575.

37) Woolhouse, M. W. 1967. *Sym. Soc. Exp. Biol.* 21. 179.

38) Oritani, T. and R. Yoshida. 1971. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* 40. 325.

39) 折谷隆志, 葭田隆治, 1972. 日作紀 41. 別号 1, 155.

40) Mayak, S. and A. H. Halevy. 1970. *Plant Physiol.* 46. 499.

41) Mayak, S., A. H. Halevy and M. Katz. 1972. *Physiol. Plant.* 27. 1.

42) Oritani, T. and T. Oritani. 1971. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* 40. 34.

43) 折谷隆志, 折谷隆之, 葭田隆治, 1973. 日作紀 42. 別号 1. 69.

促進物質が生成されこれが植物体の老衰を促進する。(2) 植物体の茎葉より穂への物質転流によって茎葉では蛋白合成素材に不足する。(3) 根の合成機能の低下により植物体の蛋白レベルを支える物質に不足する。などの仮説が考えられている。しかしながら、これらの諸説のうちですでに述べたように植物体の老衰は開葯あるいは受粉など転流に直接関係のない現象によっても惹き起こされることから (1) の仮説が有力であろう。Wareingら⁴⁴⁾のインゲンマメを用いた実験において植物体から発育中の種子を除去した場合には、葉の蛋白およびクロロフィルレベルの低下は著しく抑制されるが、種子を除いた後の莢の中へ IAA, GA₃などを供給した場合にはとくに IAA 処理により葉の老衰は再び促進される。いっぽう、正常な植物の老衰と平行して種子中のオーキシンレベルは上昇していることから、とくに種子のオーキシンレベルは葉の老衰と密接に関係しているとしている。これらの事実は先に述べたように、ABA, GA₃, IAA などが葉片の老衰を促進するという結果と一致する。

次に (2) の果実の形成と物質転流との関係についてみると、とくに発育中の種子は植物体の他の器官から代謝産物を吸引しここに蓄積する能力をもっている。このような種子の能力に関する生理的な根拠は全く知られていない。しかし、以前 Loomis⁴⁵⁾ が発育中の種子における高オーキシン含量はその種子の物質吸引能力と密接に関係することを暗示している。近年 Mothes⁴⁶⁾ らはタバコの切除の左右両半分的一方だけにカイネチンを塗った場合には、ラベルしたアミノ酸はカイネチン処理部へ移動しここに蓄積することを報告している。このカイネチンと同様な効果がオーキシンをエンドウやインゲンマメの摘心した節間を与えた時にも得られる⁴⁷⁾⁴⁸⁾。発育中の種子にはオーキシンやジベレリンなどが豊富に含まれているから、種子の物質吸引能力はこれらの高ホルモンレベルと関係しているようである。Wareing⁴⁴⁾ らによると結実中のインゲンマメの果実を除去した後の花梗に IAA を塗り葉には C¹⁴O₂ を与えた場合には、C¹⁴ は IAA 処理部へ移行しここに蓄積することを見出している。P³² を用いた実験ではこのような IAA の効果は GA₃ やカイネチンが共存した場合により大きいことを示してい

る。以上のような (1) と (2) の仮説から、発育中の果実はその高ホルモンレベルによって、植物体の他の器官の老衰を促進すると共にその器官の代謝産物を吸引していると考えられる。しかしながら発育中の果実はその高ホルモンレベルを通じて直接的に他の器官の老衰を促進するものか、あるいは果実への物質転流の結果として間接的に植物体の老衰が惹起されるものかという問題はまだ解決されていない。

最後に (3) の根の機能と老衰との関係についてはすでに根はサイトカインを生成することにより葉の蛋白レベルの維持に関与していると述べたが、雨宮⁴⁹⁾によると水稻の根、および葉におけるサイトカニン様物質は Age の進行に伴って急激に減少している。また Sitton⁵⁰⁾ らによるとヒマワリの根の細胞分裂の停止あるいは根によるサイトカニンレベルの低下が植物老衰の一つの原因であろうとしている。Itai と Vaadia⁵¹⁾ はヒマワリを水分飢餓の状態で生育させた場合、その溢泌液中のサイトカニン様物質は正常な植物に比較して著しく低下することを示した。このように根部が悪条件におかれると根によるサイトカニン様物質の生成が減少し植物老衰が促進されるものと推定される。また水稻の溢泌液の調査によると登熟期には根によるアミノ酸生成力⁵²⁾も衰えて、N 追肥の場合でもアスパラギンやグルタミンはほとんど認められずアラニンのみが出現増加している。

上野ら⁵³⁾ はオーチャードグラスにおいて生存根数の推移と茎葉の日生産量との間にかかなり高い相関関係にあり、とくに開花期における生存根数の割合の低下が生産量の減少と関係していることを明らかにしている。このように植物の生殖生長は根の機能低下と密接に関係しているが生殖器官の発育と根の機能とのより直接的な関係はなお明らかでない。

4. 老化と作物生産

葉の寿命は作物生産にとって極めて重要である。

Boonstra⁵⁴⁾ は 4 品種のカラス麦の最終収量は葉の寿命と平行していたこと、大豆の子実収量⁵⁵⁾は登熟期にお

44) Wareing, P.F. and A. K. Seth. 1967. *Sym. Soc. Exp. Biol.* 21. 543.

45) Loomis, W. E. 1953. *Growth and differentiation in plants.* Iowa State College Press.

46) Mothes, K. 1960. *Naturwiss.* 47. 377.

47) Booth, A., J. Moorby, C. R. Davies, H. Jones and P. F. Wareing. 1962. *Nature* 194. 204.

48) Davies, C. R. and P. F. Wareing. 1965. *Planta* 65. 139.

49) 雨宮昭, 1970. 日作紀 39. 別号 1. 187.

50) Sitton, D., C. Itai and H. Kende. 1967. *Planta* 73. 296.

51) Itai, C. and Y. Vaadia. 1965. *Physiol. Plant.* 18. 941.

52) 折谷隆志, 葭田隆治, 1970. 日作紀, 39. 355.

53) 上野昌彦, 吉原潔, 1967. 日草誌, 13. 259.

54) Boonstra, A. E. H. R. 1929. *Meded. Landb. Hoo-gesch. Wageningen.* 33. 6.

55) 長野県農試桔梗ヶ原分場, 大豆新品種育成試験成績書, 1967.

いて落葉の遅い品種ほど多収であること、大麦、小麦、砂糖大根、ジャガイモなどの乾物収量⁵⁹⁾は葉の持続期間と密接に関係していることなどが報告されている。また Watson⁵⁶⁾ は小麦では生育後期のN施肥によって維持される出穂後の葉面積持続期間が直接的に穀物生産に関係して重要であり、生育初期のN施肥によって高められた LAI はおそらく出穂期における LAI の大きさに影響することにより収量に関係するであろうと述べている。

しかし水稻では出穂前に葉鞘や稈の基部に蓄積した炭水化物は貯蔵炭水化物の 24~27% に相当しており⁵⁷⁾、従って出穂後の葉の光合成によって約 70% の炭水化物が生成されることになる。村田ら⁵⁸⁾によると、水稻収量は登熟期の LAI、単位面積当り穎花数とその時の気温、日照などの気象条件と高い関係にあるから水稻においても、出穂後葉面積の確保、光合成能力の維持は多収を上げる上で重要であると考えられる。

いっぽう、登熟期において根の活力が低下した場合に特に下葉の枯れ上がりが著しいが、延ら⁵⁹⁾はこれに着目して葉の老化指数と、根の活力との間に高い相関を認めている。また李ら⁶⁰⁾は根の活力が高い程サイトカイニン様物質レベルが高いこと、根の活力は葉の生理的機能を

維持することによって登熟歩合を高めるものと推論している。これらの結果から根の機能は葉の老化と密接に関係しており、登熟期において根の機能を正常に維持することは、葉の老化を防止する上においても、また間接的に収量を増加させる上においても重要であろうと考えられる。

5. ま と め

多くの植物は季節と同調して生殖器官を发育させ老衰する。その際植物体が栄養生長期を通して同化した各種の養分をその生殖器官や栄養系に分配する。これらの様子を種々の植物についてみると、一年生では主に果実に多年生では主に株や根茎などに分配される。このような各器官への物質分配の程度は次の世代あるいは生長期における種の存続に大きな影響を及ぼすことになろう。一般に植物の老衰は種をいろいろな季節や環境に適応させるばかりではなく植物の進化においても重要な役割を果たしていると考えられる。もし優良な遺伝子変異が一年生植物に生ずるとこの植物は毎年多くの種子をつけるから最高の速さで新しい特長をもった変異株は増殖するであろう。

たとえば、新しい環境条件に容易に適応できる植物は雑草であり、全体老衰を示す一年生植物であるということは興味深い。今後、われわれは植物老衰のより深い意義を知るためには植物の生活環 (life cycle) の中で植物体における物質分配の様子やその代謝的背景を整理してみなければならぬであろう。

(富山県立技術短期大学教授)

- 56) Watson, D.J. 1956. in F. L. Milthorpe (ed.) Growth of leaves. p. 178. Butterworths Scientific Publs.
 57) Cock, J.H. and S. Yoshida. 1972. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 41. 226.
 58) Murata, Y. and Y. Togari. 1972. ibid. 41. 367.
 59) 延圭復, 太田保夫, 1973. 日作紀 42. 13.
 60) 李善竜, 井上駿, 雨宮昭, 1973. 日作紀 42. 別号 1. 23.

農林水産技術会議事務局 研究参事官 川井一之著 (再版)

農業研究の革新と管理

A 5 判 292 頁
1500 円 予 140 円

—— 研究開発の論理と戦略 ——

第 1 章	研究開発と研究マネージ	1
第 2 章	創造性の開発と技術予測	25
第 3 章	技術革新と研究類型	57
第 4 章	研究評価システムと研究プロジェクト	86
第 5 章	コミュニケーションとプロジェクト研究	125
第 6 章	農業技術論の基調と農業生態学	151
第 7 章	情報化社会と研究革新	179
第 8 章	地域開発構想と農業の将来ビジョン	203
第 9 章	試験研究機関における組織と人	237
第 10 章	まとめ——研究管理への課題——	276

近畿大学農学部教授 農学博士 平井篤造 共編
 神戸大学農学部教授 農学博士 鈴木直治

感染の生化学——植物——

A 5 判 474 頁
2800 円 予 140 円

前編—糸状菌および細菌病：感染(鈴木直治) 細胞壁と細胞膜(香川大学助教授—谷利一) 呼吸(北海道農試技官—富山宏平) 光合成(農業技術研究所技官—稲葉忠興) 蛋白質代謝(平井篤造) 核酸代謝(京都大学助教授—獅山慈考) フェノール物質の代謝(東北大学教授—玉利勤治郎) フロイトアレキシン(鳥根大学教授—山本昌木) ホルモン(農業技術研究所技官—松中昭一) 毒素(鳥取大学教授—西村正陽)

後編—ウイルス病：感染(平井篤造) 呼吸(岩手大学助教授—高橋社) 葉緑体(名古屋大学助手—平井篤志) 蛋白質代謝(植物ウイルス研究所技官—児玉忠士) 核酸代謝(岡山大学助教授—大内成志) 感染阻害物質(九州大学助手—佐古宣道)