

農学博士竹松哲夫君の「世界の農耕地雑草とその制御に 関する基礎的研究」に対する授賞審査要旨

人類の食糧は世界の農耕地約十五億ヘクタール(地球陸地面積の10%)から生産されている。この広大な農耕地には毎年その全面積に雑草が繁茂し著しく農業生産を阻害している。農業における雑草制御は人類による「農業の発明」以来連綿として続いてきた宿命的な課題である。竹松君はこの困難な問題の研究にあたり、植物自身が超微量に産出し、植物の発芽生長から開花結実に至るまで、その生涯を完全に統一支配している植物ホルモンの「かき」であると考えた。同君は幸運にも研究の初期において植物ホルモン作用の有無、強弱を簡便かつ迅速に測定することのできるラファナステスト (Raphanus Test) を創案した。この検定法を十数年間反覆演練しやがてこれを活用してオーキシシン(生長促進)およびアンチオーキシシン(生長阻害)作用を示す物質を母核化合物としてオーキシシン系から十四系統、アンチオーキシシン系から八系統の新型除草活性物質を創製することに次々に成功した。竹松君はこれらに植物ホルモン源流除草剤(植物ホルモン起源除草剤)と命名した。植物ホルモン源流除草剤の創製は母核化合物の有するオーキシシン・アンチオーキシシン作用を化学修飾により完全に消滅させその上で独創的修飾を加えることで頗る多彩な植物生理活性を発現させた。幸運なことにすべての系統から特定農作物に無害で強力に雑草を制御する高度選択性を示す新化合物を得ることができた。加えて植物ホルモン起源のため次に示す共通的特性を併有していた。①動

物細胞に作用性がない。②微量で大面積の雑草制御ができる。③土壤中容易に分解し土壤汚染がない等農業資材として優れた条件を具備していた。因みにこの成功の源であるラファナステストは竹松君により一九四六年ラファナス属の幼体が植物ホルモンに鋭敏にかつ特異的に反応形成する「くびれ現象」(根部異常)の発見に端を発し、これを追求しラファナス属の子葉および葉柄がオーキシン処理で著しい屈曲下垂反応により子葉の開張角が拡大する(細胞伸長)こと。ついでラファナス属のみに特異な現象として幼茎内に二列の根原体を形成(細胞分裂)することをつきとめて新しい植物ホルモンの検定および定量法を確立したものである。この方法は一九六八年アメリカ農商務省(U・S・D・A)により米国の公認検定法として記載された。竹松君の植物ホルモン源流除草剤はわが国で創製され実用化した除草剤の凡そ八十%を占めている。世界的に植物制御剤の研究が困難を極めているため植物ホルモン源流除草剤の相つゞ成功は欧米各国に強い衝撃を与え、類似化合物の発表は諸外国で三十例に達している。現在植物ホルモン源流除草剤は日本はもとより世界各国のイネ・コムギ・ダイズ・ビート、野菜類に安全な省力資材として広く実用化されている。また竹松君は土壤放線菌の一種が生産する代謝産物が非選択的に雑草を枯殺することを見出し、その機作が酵素阻害によるアミノ酸代謝の妨害で異常にアンモニアが植物体内に集積するためであることを明らかにした。これは世界初の微生物起源除草剤で醗酵法により生産され広く世界的に実用化している。

次に竹松君の大きな研究業績は「除草剤処理層理論」の確立にある。有機化合物を用いる除草法の研究は第二次大戦後である。当時世界中の研究者は雑草が生えてから茎葉に散布する方法(茎葉処理)に終始していた。しかし竹松君は植物は発芽時前後が最も植物ホルモン感受性が高いことから世界に先駆けて発芽時を狙う土壤処理(土壤に除草

剤をまいて発芽時の雑草の芽を止める)を水田、畑地で全面的に開始した。この場合土壌表面にまいた除草剤がその後の降雨や灌水により水とともにどの程度下方に移動するか、またどの位の期間に分解不活性化するかは農作物の薬害に密接に関係する大問題である。そこで竹松君はラファナステストを活用して土壌の種類や降雨量別に土壌表面から下層まで層位別に除草剤移動量を測定した。その結果次の結論に到達した。「土壌処理によりまかれた除草剤はその大部分が表層の土壌粒子や有機物に吸着保持され濃密な除草活性物質の分布層、つまり除草剤処理層を形成する。数多くの除草剤のうち処理層を確実に形成する性質をもつものは畑地や水田の土壌処理剤になる」という「除草剤処理層理論」を一九四九年に公表した。この研究は長い間議論の中心とされたが、一九五六年以降欧米では畑作を中心に「Herbicide-treated Layer (除草剤処理層)」が術語となり世界的に統一された。湛水状態での形成が危ぶまれていた水田においても頗る確実な処理層を形成する除草剤が一九五七年に竹松君の研究により発見された。そして一九六〇年代を境に水田(日本)、畑作(欧米)を中心に処理層を形成する除草剤の探索合成が活潑化した。今日では世界の除草剤の七十%は土壌処理剤といわれ「処理層理論」は全世界の水田、畑地、芝生、樹園地等における土壌処理除草の基本的原理となっている。竹松君の「処理層理論」の大意は①処理層は雑草の発芽する土層と重なり除草効果が大きい。②農作物の種子は予め処理層より深く播かれ、根系はより下方に伸びるため無害である。③除草剤は処理層中で除草力を発揮した後、処理層中で土壌微生物や光等の作用で完全に分解し天然の素材に戻るとしている。

最後に竹松君は制御対象の世界の農耕地雑草を実地調査と文献による精査をつづけ世界の農耕地雑草は七三科四一六属千六百種になり類似種も加えると六千種に達することを明らかにした。その分類には雑草進化の道筋を中心とし

た系統分類を導入した。これにより栽培植物と雑草の類縁関係が明瞭となり雑草防除における選択的制御の基礎が確立された。こうした知見から一九五八年には茎葉散布によりイネ科のイネ属のみに無害でイネ科の他の属をはじめすべての雑草を防除する画期的なプロパニル (3, 4-dichloropropionanilide) を発見した。これは属間選択除草剤の世界の第一号である。以上竹松君の研究は植物ホルモン研究をはじめ昭和十五年から五十年に及んでおり、独創的な発想により画期的な業績を積み重ねたものである。

尚、竹松君はこれらの功績により国内外から多くの賞を受けている。

A、主要な論文目録 (括弧内共著者)

- (I) 植物ホルモン検定法 (Raphanus Test) の確立とその応用
- 1) ホルモン処理が大根の根部異常に及ぼす影響, 農学, 2 (6), (1948). (黒上).
 - 2) 植物生長ホルモンによる Raphanus 属「くびれ現象」の研究, 宇都宮大学, 農, 学報, 1 (1), 23 (1950).
 - 3) New methods for the qualitative and quantitative assay of growth substances, 宇都宮大学, 農, 学報, 特輯号, 12 (1961).
 - 4) 植物生長物質の検索と Raphanus Test 法, 植物の化学調節 (学会誌), 1 (2), 131 (1967).
 - 5) Method of studying plant hormones and growth regulating substances, Root induction (root primordia method). *Agriculture handbook*, 336, U.S.D.A. (1968).
 - 6) Method of studying plant hormones and growth regulating substances, Radish cotyledon method. *Agriculture handbook*, 336, U.S.D.A. (1968).

- 7) 3-Phenoxyypyridazine 系化合物のオーキニン阻害作用，雑草研究（学会誌），13 (1), 37 (1970). (近内，竹内，田村).
 - 8) Studies on isokinetin and its analogues. I. Synthesis of isokinetin, 2-*N*-furfurylamino-purine, and its activity of promoting growth of leaves. *J. Biochem.*, 49 (2), 133 (1961). (S. Okumura, H. Kusaka).
 - 9) Structure-activity relationship of brassinosteroids. *Phytochemistry*, 22 (11), 2437 (1982). (S. Takatsuto, N. Yazawa, N. Ikegawa, Y. Takeuchi, N. Koguchi).
 - 10) Abscisic acid and two compounds showing chlorophyll degradation activity in *Cuscuta pentagona* Engelm. *Agric. Biol. Chem.*, 46 (4), 1071 (1982). (Y. Kimura, A. Suzuki, M. Konnai, Y. Takeuchi).
 - 11) Brassinosteroids and sterols from green algae, *Hydrodictyon reticulatum*. *Phytochemistry*, 26 (2), 503 (1987). (T. Yokota, S. Kim, Y. Fukui, N. Takahashi, Y. Takeuchi).
- その外「総論等」が加えられ四一編。

(II) 植物ホルモンの源流雑草剤の關係

- 1) Studies on the herbicidal phenomenon and the function of 3,4-dichloropropionanilide weed killer having a selective herbicidal effect on genera of Gramineae. *Riso (Italy)*, 12 (3) (1963).
- 2) Selective control of cyperaceous weeds with K-233 (α , α -dimethylbenzyl-*p*-tolylurea). *Weed Sci.*, 23 (1), 15 (1975). (M. Konnai, T. Akashiba, N. Seki).
- 3) Structure-activity relationship of herbicidal 2,3-dicyano-5-substituted pyrazines. *Agric. Biol. Chem.*, 47 (7), 1555 (1983). (A. Nakamura, O. Ikeda, H. Segawa, Y. Takeuchi).

- 4) Phytotoxic activity of *N*-phenylsulfonylbenzamide. *Agric. Biol. Chem.*, 47 (3), 593 (1983). (K. Yoneyama, N. Ichizen, H. Omokawa, Y. Takeuchi, M. Konnai).
 - 5) Inhibition of glutamine synthetase and quantitative changes of free amino acids in shoots of biolaphos-treated Japanese barryard millet. *J. Pesticide Sci.*, 11 (1), 27 (1986). (K. Tachibana, T. Watanabe, Y. Sekizawa).
 - 6) Phytotoxic properties of α -substituted benzylamino-*s*-triazines. *Agric. Biol. Chem.*, 51 (9), 2563 (1987). (H. Omokawa, N. Ichizen).
 - 7) Phytotoxic activity of substituted α -methylbenzylamino derivatives of 2-chloro (or methylthio)-4-ethylamino-*s*-triazines. *Agric. Biol. Chem.*, 52 (4), 1047 (1988). (H. Omokawa, N. Ichizen).
 - 8) Synthesis and herbicidal activity of *N*-aryl-2-methyl-2-arylpropanamides and *N*-aryl-2-methyl-2-arylbutanamides. *J. Pesticide Sci.*, 13, 19 (1988). (K. Toda, M. Goto, Y. Kikuchi, R. Mori, Y. Takeuchi, A. Suzuki).
 - 9) Herbicidal activity and phytotoxic properties of *N*-alkyl-*N'*-(α , α -dimethylbenzyl)-2, 4-diamino-6-chloro-*s*-triazines. *Agric. Biol. Chem.*, 52 (6), 1515 (1988). (H. Omokawa, N. Ichizen, M. Konnai).
- その他、総説等を加える八二六編。
- (田) 虫媒による農耕地雑草の研究
- 1) 夏期雑草の量的分布に関する研究 (関東及びその周辺地帯に於ける一般的調査), 日本作物学会紀事 (学会誌), 19(1, 2), 62(1949). (押田)

- 2) 栃木県下に於ける夏期雑草の量的分布 (I), 日本作物学会紀事 (学会誌), 19(3, 4), 293 (1950). (押田)
 - 3) 栃木県下に於ける夏期雑草の量的分布 (II), 日本作物学会紀事 (学会誌), 20(1, 2), 22 (1950). (押田)
 - 4) ソビエト連邦における雑草, 宇都宮大学, 農, 学報, 8(3), 143 (1973). (近内, 竹内)
 - 5) 韓国の耕地雑草と除草剤, 宇都宮大学, 農, 学報, 9(2), 135 (1975). (近内, 竹内)
 - 6) 中国の耕地雑草と除草剤, 宇都宮大学, 農, 学報, 9(3), 91 (1973). (近内, 竹内, 一前)
 - 7) フランスの農業と農耕地雑草, 宇都宮大学, 農, 学報, 11(1), 65 (1980). (近内, 竹内, 一前)
 - 8) 農耕地雑草の系統分類と除草剤, 植調, 15(2), 1 (1981).
 - 9) アメリカの農業と農耕地雑草, 宇都宮大学, 農, 学報, 11(2), 31 (1981). (近内, 竹内, 一前)
 - 10) 台湾の農業と農耕地雑草, 宇都宮大学, 農, 学報, 11(3), 63 (1982). (近内, 竹内, 一前)
 - 11) 西ヨーロッパの農耕地雑草, 宇都宮大学, 農, 学報, 12(2), 1 (1984). (近内, 竹内, 一前)
- ヤシダ 線路雑草とイノチリヤ川。

四 州縣各報 (昭和迄米報)

1. 除草剤研究総覧, 博友社 (1982)
 2. 世界の雑草 (I), 全農協 (1987) (一前)
 3. 世界の農耕地雑草とその制御, 全農協 (1983) (竹内)
 4. 畑作除草の理論と実際, 博友社 (1987) (近内)
 5. 水田除草の理論と実際, 博友社 (1974) (近内)
 6. 芝生除草の理論と実際, 博友社 (1985) (竹内)
- ヤシダ 理田報