

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆)
第14巻 第2号: 101~106 (1970)

トビイロウンカの吸汁習性に関する研究

第1報 窒素欠乏水稻での吸汁

寒 川 一 成

名古屋大学農学部害虫学教室

(1970年1月7日受領)

Studies on Feeding Habits of the Brown Planthopper. I. Effects of Nitrogen-deficiency of Host Plant on Insect Feeding. Kazushige SŌGAWA (Laboratory of Applied Entomology and Nematology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **14**: 101—106 (1970)

Feeding preference, honeydew excretion and probing behaviors of the female adults of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (STÅL), on N-deficient and normal rice plants were comparatively studied. The results showed that the N-deficient plants were less preferred for feeding than the normal ones; and also less honeydew excretion by the insects on the N-deficient plants suggested that the insects did less feeding on those plants. Concerning this it is considered that the chemical nature of the N-deficient plants' sap, such as lower concentration of amino nitrogen, appear to adversely affect the insect's feeding, because there was no evidence indicating that the insect's mechanism in locating their feeding sites, the vascular bundles, was disrupted in the N-deficient plants. It was also assumed that poor fecundity of the planthoppers on N-deficient host plants could be due rather to a failure of the insects to take up enough amounts of plant sap than poor nutritive value of the ingested plant sap.

緒 言

食植性害虫の生育や加害が、植物に対する施肥量の多少により変動することは、各種の害虫について報告されている。稲作害虫では、とくに石井・平野(1958, 1959)によりニカメイチュウの生育におよぼす施肥の影響が、本虫の栄養生理と関連づけて詳細に研究されている。またウンカ・ヨコバイ類についても、高橋・小野(1964)、足立・山田(1965)、FUJIWARA and NODA(1968)、杉本・山崎(1969)、および大矢・鈴木(1969)らの研究があり、一般に多窒素質肥料栽培が虫の寄生、産卵、および生育に好条件を与えることが知られている。しかしながら窒素質肥料の多用がいかなる機構により吸収性害虫の産卵量や生育に影響を与えているかは全く明らかにされていない。そこで本実験では、窒素質肥料の施用が

トビイロウンカの吸汁習性におよぼす影響を明らかにするための予備実験として、窒素欠乏の稲と正常な稲という極端に栄養状態が異なる寄主植物上でのトビイロウンカの吸汁嗜好性、甘露排泄量、および口針挿入状態を比較検討し、得られた結果から窒素施用により変化する寄主の要因がトビイロウンカの増殖におよぼす影響についても予備的な考察を行なった。

本文に入るに先だち、ご指導いただいた名古屋大学害虫学教室の弥富喜三教授および斎藤哲夫助教授、ならびに多くの助言をいただいた同教室の諸兄に感謝の意を表す。

供 試 材 料

径6 cm、深さ8.5 cmのポリエチレン容器に植壤土を150 g 入れ、発芽直後の稲穀(品種農林8号)を1粒ず

つ播種し（1969年8月6日）ガラス室内で約20日間育てた後、半数の苗には1%硫酸アンモニウム溶液2ccを施用し、さらに約10日間育て実験にもちいた。実験にもちいた時点において、無肥料区の稲苗は明らかな窒素欠乏状態におちいり黄化現象を現わしていた。一方硫酸施用区の苗は健全な緑色を呈し、正常な生長状態を示していた。以下の文中において、前者を窒欠稲、後者を正常稲と表記する。

トビロウカは当教室で稲芽出しを用い累代飼育中の個体群から、新鮮な長翅型雌成虫を選び供試した。実験はすべて室内で行なった。

実験方法と結果

1. 吸汁嗜好性

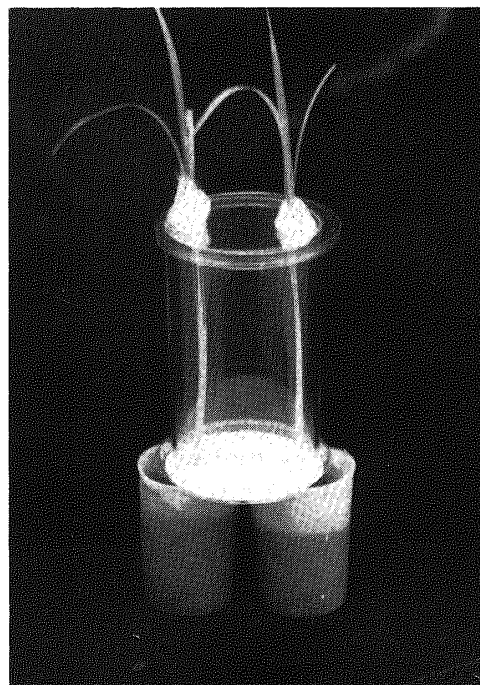
窒欠稲と正常稲を1本ずつ約5cm離し、径8.5cm、高さ15cmのガラス円筒で囲い、上下をプラスチック板で封じ（第1図）、内部に20頭のウンカを放し、24時間後両稲苗上のウンカの数を比較した。また実験後、円筒底部に敷いておいた円形沓紙を、0.1%ニンヒドリン・アセトン溶液に浸し、風乾後加熱発色させ、両稲苗上のウンカが排出した甘露量を比較した。

24時間後、窒欠稲および正常稲に寄生していたウンカの数、それぞれ平均6.8頭および10.8頭であった（第1表）。この結果はウンカが吸汁対象として窒欠稲よりも正常稲の方を選択する傾向があることを示しており、このことは第2図に示したように甘露排出量の顕著な相違によっても明らかに示された。

2. 甘露分泌量

第3図に示した装置内に10頭のウンカを入れて稲苗を24時間吸汁させ、その間にウンカが排泄する甘露を沓紙に吸い取らせて集め、下記の方法によりその分泌量を明らかにし、窒欠稲および正常稲でのウンカの吸汁量を問

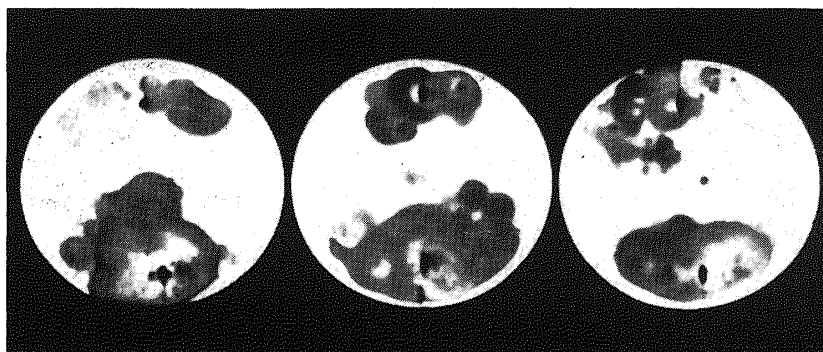
接的に比較した。1) 沓紙をニンヒドリン試薬で処理し、発色面積を比較する。2) 甘露を吸収した沓紙を蒸溜水で抽出し、アミノ酸と糖をそれぞれニンヒドリン・塩化



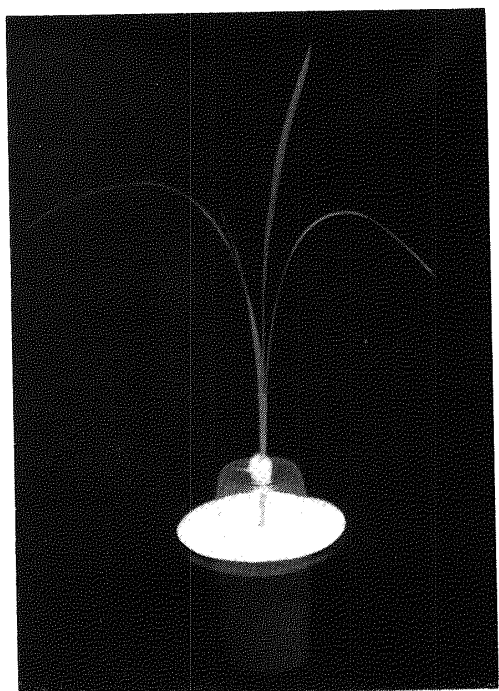
第1図 吸汁嗜好性試験装置。

第1表 トビロウカ雌成虫の窒素欠乏稲と正常稲に対する嗜好性の比較

反 復	24時間後の寄生虫数		虫数の比 正常稲/窒欠稲
	窒欠稲	正常稲	
1	6	11	1.8
2	6	11	1.8
3	9	9	1.0
4	6	12	2.0
5	7	11	1.7
平 均	6.8	10.8	1.65



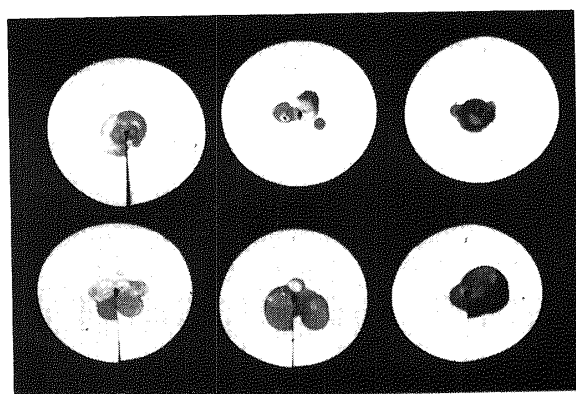
第2図 吸汁嗜好性試験装置の底部に置かれた沓紙に、窒欠稲（上部）および正常稲（下部）上のウンカが排出した甘露。



第3図 甘露採取装置。

錫試薬（検液 2 ml, pH 5.0 クエン酸緩衝液 1 ml, 0.5% ニンヒドリン・クエン酸緩衝溶液 1 ml, 0.2% 塩化第1錫・クエン酸緩衝溶液 1 ml), およびアンスロン・硫酸試薬（検液 2 ml, 1% アンスロン・エチル酢酸溶液 0.5 ml, 濃硫酸 5 ml）を用い比色定量し、別途に求めた甘露中の両成分の平均濃度にもとづき、分泌された甘露の容量を算出し比較する。なお甘露中の両成分の濃度は、プラスチック板上に排泄された甘露を毛細管ピペットで集め、上記の比色定量法により決定した。

ニンヒドリン試薬による発色面積の比較からも、窒欠稲上のウンカが分泌する甘露は正常稲上のウンカからのそれよりも少量であることがわかるが（第4図）、発色面積だけでなく発色濃度も考慮しなければ、量的な差



第4図 10頭のウンカが窒欠稲（上段）および正常稲（下段）上で24時間に分泌した甘露。

第2表 トビイロウンカ雌成虫の窒素欠稲と正常稲での甘露分泌量の定量的比較

反復	甘露分泌量 (μl)			
	窒欠稲		正常稲	
	A	B	A	B
1	4.50	3.33	9.80	15.33
2	2.92	2.90	12.60	16.33
3	2.79	1.94	11.66	6.67
4	2.43	2.45	17.38	12.59
5	4.26	3.75	12.83	16.33
平均	3.38	2.87	12.85	13.45

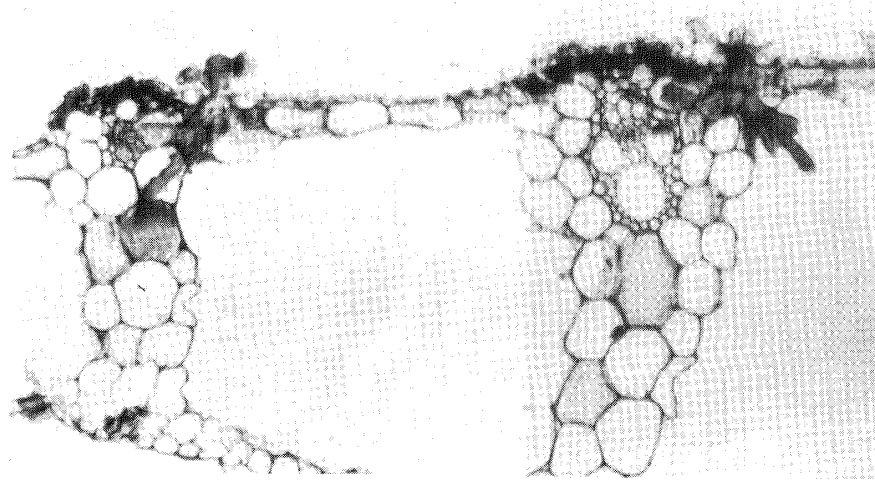
注) A: 甘露のアミノ酸濃度にもとづく定量値。 B: 甘露の糖濃度にもとづく定量値。

を正しく比較できないように思われた。比色定量法にもとづく実験結果は、窒欠稲および正常稲上で1頭のウンカが1日に分泌する甘露の量は、それぞれ約 $3 \mu\text{l}$ および $13 \mu\text{l}$ であることを示し、両者間に著しい差のあることを明らかにした（第2表）。甘露排泄量はウンカの吸汁量を反映していると考えられ、上述の結果から窒欠稲上でのウンカの吸汁量が正常稲上での場合に比較し、非常に少ないことがうかがわれた。なお第2表中A, B 両測定値間に著しい開きが認められる場合があるが、その原因として、ウンカが糖を含む篩管およびそれを含まない導管から吸汁する割合が、どちらか一方にかたよったためと考えられる。

3. 口針挿入状態

第3図と同様な装置を用い、稲苗の葉鞘部を5頭のウンカに24時間摂食させ、その間に形成された口針挿入痕を内藤（1964）の方法に準じ、エリスロシンで染色し双眼顕微鏡下で数え口針挿入頻度を比較した。また同様に摂食させた葉鞘部をホルマリン・酢酸・アルコール混液で固定し、常法に従い厚さ 15μ の連続パラフィン切片をつくり、アズールII・エオシン液で染色をほどこし、植物組織内に形成された口針鞘を検出し、口針挿入状態の比較を行なった（第5図）。なお、窒欠稲および正常稲の切片から検出観察された口針鞘の総数はそれぞれ69および55であった。

1頭のウンカが口針を挿入する回数は、窒欠稲上では1日平均25回、正常稲では17回であった（第3表）。また切片による口針鞘の観察からは、両稲苗におけるウンカの口針挿入状態に特異的な相違は認められなかったが、吸汁部位である維管束への口針到達頻度が、窒欠稲においては72.5%、正常稲では87.3%で、前者の場合無効な口針挿入の頻度がやや高い傾向が認められた。その他



第5図 稲植物体内に形成された口針鞘 (×167)。

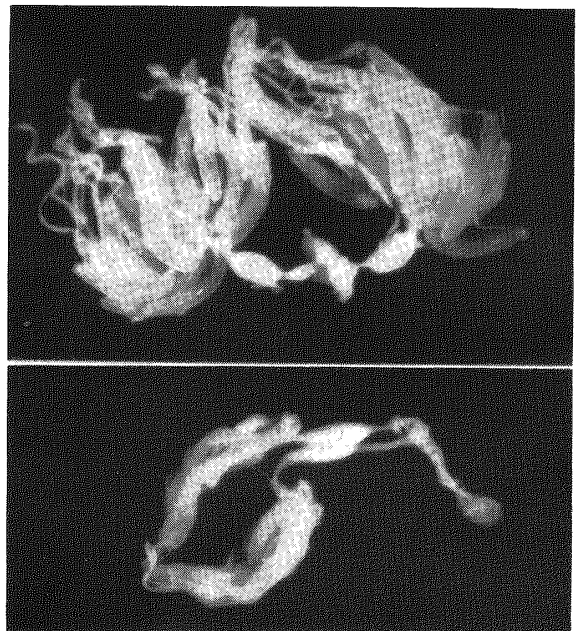
第3表 トビロウソウカ雌成虫の窒素欠乏稲と正常稲での口針挿入状態の比較

比較項目	窒素欠乏稲	正常稲
口針挿入頻度 (回数/日)	25.0	16.6
口針到達組織 (%)		
維管束内	72.5	87.3
維管束外	27.5	12.7
口針挿入開始点 (%)		
葉脈上	0.0	0.0
葉脈近縁	78.3	90.9
葉脈間	21.7	9.1
口針鞘分枝数 (%)		
1	8.7	12.7
2	14.5	21.8
3	31.9	34.5
4	27.5	20.0
5	10.1	7.3
6以上	7.2	3.6

窒素欠乏稲では葉脈近縁部を離れた葉脈間からの口針挿入が21.7%もあり、正常稲での9.1%に比べかなり高く、また口針鞘の平均分枝数も多くなる傾向があった(第3表)。

考 察

トビロウソウカを窒素欠乏水稻で飼育すると産卵数が減少し増殖率が著しく低下することが明らかで、窒素施用が本種の発生生態に大きく関係することが十分に推察される(第4表、第6図)。この点に関連し、雌虫の卵巣内における卵の成熟が羽化後開始することから、増殖率を左右する要素である産卵量が、雌成虫の栄養摂取状態と密接に関係していることが考えられる(末永, 1963)。FUJIWARA and ONO (1968) も寄主条件がヒメ



第6図 正常稲(上)および窒素欠乏稲(下)で6日間飼育した雌ウソウカの卵巣(寒川, 1969)。

第4表 窒素欠乏稲と正常稲上でのトビロウソウカの増殖能の比較(寒川, 1969)

供試稲	株当たり発生虫数*1		産卵数*2	歳卵数*3
	幼虫	成虫		
窒素欠乏稲	47.3	24.3	34.0	8.0
正常稲	221.7	206.3	74.5	23.4

*1 分けつ期の稲に5対の成虫を放し、1か月後に増殖発生した虫数。*2 長翅型雌成虫が6日間に産下した総卵粒数。*3 長翅型雌成虫を6日間、両稲を与え飼育した後、虫体を解剖し卵巣内の成熟卵を数えた。

トビウソウカの産卵能力におよぼす影響を調べた結果、とくに幼虫期よりも成虫期の飼料の影響が大であると結論

している。

そこで本実験では窒素欠乏水稲上でのトビイロウンカ雌成虫の摂食活動を調べた結果、とくに甘露排出量がきわめて少ないことが判明し、吸汁摂取量もそれに比例し少量であろうことが暗示された(第2表)。この事実からウンカが摂食する窒素欠乏水稲の汁液の低劣な栄養価それ自体よりも、窒素欠乏の何らかの内因による吸汁活動の抑制からこうむる悪影響の方が、より大きな影響をウンカの産卵量におよぼすのではなからうかと推察された。高橋・小野(1965)もヒメトビウンカの吸汁量と施用窒素量との関係をしらべ、とくに雌成虫の吸汁量は窒素倍量区と無窒素区との間に著しい差異があることを報じている。トビイロウンカが窒素欠乏水稲を吸汁する場合、口針が吸汁部位である維管束に到達する率が正常な水稲を吸汁する場合よりも約15%低い、前者の場合、口針挿入頻度が後者の場合よりも逆に約1.5%高い点を考慮に入れるならば、単位時間内に口針が維管束に挿入される回数は窒素欠乏水稲においてむしろ高いといえ、トビイロウンカが窒素欠乏の水稲に口針を挿入する過程や吸汁組織の発見の難易に問題があるとは考えられない。それにもかかわらず窒素欠乏水稲からの吸汁量が少ないという事実はウンカの口針が吸汁部位に到達しても、何らかの影響で吸汁活動が抑制されていることを意味している。そしてひるがえって考えれば、この窒素欠乏水稲での吸汁抑制が頻繁な口針挿入、非嗜好性などの現象を生む原因ともみなされ、さらには雌成虫の産卵量を減少させ、増殖率の低下をもたらすと考えられる。また興味深いことは、トビイロウンカに対し強い抵抗性を有する印度型水稲の1品種上で観察される増殖率の低下や非嗜好性の根本原因として、窒素欠乏水稲上での場合と同様に吸汁量の減少が認められることである(寒川・PATHAK, 1969)。その抵抗性品種は窒素欠乏の水稲と同様、アミノ酸含有量が低く、このことが吸汁率の低下と関係があるのではなからうかと推察される。KENNEDY(1958)は寄主植物の篩管汁液中のアミノ態窒素が、アブラムシの栄養源として重要であるばかりでなく、摂食行動や寄主植物への定着を支配する要素としての重要性を論じているところがあった。そして近年、MITTLER and DADD(1965), MITTLER(1967 a, b, c)によりアミノ酸がアブラムシの吸汁率に大きな影響を与えることが実際に証明された。またMcLEAN and KINSEY(1968)は寄主植物と非寄主植物上におけるアブラムシの摂食習性を比較した実験結果にもとづき、アブラムシの継続的な吸汁は、咽頭部に存在すると思われるアミノ酸等に反応する感覚器が刺激を受け興奮することにより

行なわれるのであろうという仮説を提出している。現在アミノ酸がトビイロウンカの吸汁量を左右する重要な要因であるという証明はないが、上記の実験結果はその可能性を強く暗示しているように思う。この点は、今後窒素施用とトビイロウンカの増殖率との関連、また品種抵抗性の機作を究明する上で解明していかなければならない問題点である。

摘 要

窒素欠乏の水稲と正常な水稲でのトビイロウンカ雌成虫の吸汁習性を比較し、下記の結果を得た。1) ウンカは窒素欠乏水稲に対して非嗜好性を示した。2) ウンカが窒素欠乏水稲を吸汁する際の甘露排泄は非常に少量であった。3) 窒素欠乏水稲でのウンカの口針挿入頻度は、正常水稲の場合にくらべかえって高かったが、同時に無効な口針挿入の割合がやや増加する傾向も認められた。

これらの結果のうち、窒素欠乏水稲での甘露分泌量の減少が、同水稲上でのウンカの吸汁率の低下を反映した事実として重視し、その原因と窒素欠乏水稲でのウンカの増殖率の低下との関連性について予備的な考察を行なった。

引 用 文 献

- 足立 操・山田員人(1965) イネ縞葉枯病に関する研究 施肥量が発病およびヒメトビウンカの走性と繁殖におよぼす影響。中国農業研究 32: 25~27.
- FUJIWARA, A. and Y. NODA(1968) Host plant factors influencing oviposition of the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN, with special reference to oviposition preference and fecundity. Bull. Hiroshima Agr. Exp. Sta. 26: 91~103.
- 石井象二郎・平野千里(1958) ニカメイガ幼虫の生育に及ぼす水稲への施肥の影響 I 土壌への窒素質肥料の施用量とニカメイガ幼虫の生育。応動昆 2: 198~202.
- 石井象二郎・平野千里(1959) ニカメイガ幼虫の生育に及ぼす水稲への施肥の影響 II 窒素含量を異にして水耕栽培した水稲における幼虫の生育。応動昆 3: 16~21.
- KENNEDY, J. S. (1958) Physiological condition of the host-plant and susceptibility to aphid attack. Ent. exp. appl. 1: 50~65.
- McLEAN, D. L. and M. G. KINSEY(1968) Probing behavior of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. II. Comparisons of salivation and ingestion in host and non-host plant leaves. Ann. Ent. Soc. Am. 61: 730~739.
- MITTLER, T. E. (1967a) Effect of amino acid and sugar

- concentrations on the food uptake of the aphid *Myzus persicae*. Ent. exp. appl. 10: 39~51.
- MITTLER, T. E. (1967b) Gustation of dietary amino acids by the aphid *Myzus persicae*. Ent. exp. appl. 10: 87~96.
- MITTLER, T. E. (1967c) Effect on aphid feeding of dietary methionine. Nature 214: 386.
- MITTLER, T. E. and R. H. DADD (1965) Differences in the probing responses of *Myzus persicae* (SULZER) elicited by different feeding solutions behind a parafilm membrane. Ent. exp. appl. 8: 107~122.
- 内藤 篤 (1964) ウンカ・ヨコバイ類の食痕の検出法とその応用. 植物防疫 18: 482~484.
- 大矢慎吾・鈴木忠夫 (1969) 日射量と窒素の施用量を変えて栽培した稲とツマグロヨコバイの幼虫の発育, 成虫の産卵数について. 昭和44年度応動昆虫大会講演.
- 末永 一 (1963) セジロウンカ・トビイロウンカの異常発生機構に関する生態学的研究. 九州農試彙報 8: 1~152.
- 杉本達美・山崎昌三郎 (1969) トビイロウンカに関する研究 水稻施肥が発育, 産卵数におよぼす影響. 北陸病害虫研究会報 17: 29~32.
- 寒川一成 (1969) 窒素施用がトビイロウンカの増殖と摂食習性に及ぼす影響. 日本昆虫学会東海支部報 No. 22: 9.
- 寒川一成・M. D. PATHAK (1969) トビイロウンカ抵抗性稲品種に関する基礎的研究. 昭和44年度応動昆虫大会講演.
- 高橋広治・小野小三郎 (1964) 窒素の量とヒメトビウンカの着生ならびに生育について. 日植病報 29: 287.
- 高橋広治・小野小三郎 (1965) 窒素の施用量とヒメトビウンカの吸汁および吐出との関係. 関東東山病害虫研究会年報 12: 15.

新 刊 紹 介

Proceedings of the 2nd International Congress of Acarology G. Owen EVANS 編 (1969), 652 ページ, Akadémiai Kiadó 発行, Budapest, 邦価 10,800 円

1967年7月19日~25日にノチンガム大学農学部 (Sutton Bonington, イギリス) において開催された第2回国際ダニ学会議 (会長 T. E. HUGHES 教授) の講演集がイギリスの O. EVANS 教授によって編集され, ハンガリー科学アカデミーから出版された。

本書はダニ学の基礎および応用上の諸問題に関する興味深い研究論文 102 編を 12 部会に分けて収録したもので, ダニ学最近の進歩を展望するための重要な文献だと言える。各部会と論文

数は次のとおりである。

(1) 土壌生息性ダニ, 11; (2) 海洋・淡水産ダニ, 8; (3) 植物寄生性ダニ, 6; (4) 分類学, 8; (5) 貯蔵食品のダニ, 6; (6) 動物寄生性ダニ, 7; (7) マダニ, 6; (8) 生物的防除, 5; (9) 生理学と遺伝学, 12; (10) 化学的防除, 7; (11) 実験技術, 7; (12) 医学・獣医学上重要なダニ, 19。

次に掲載された 102 論文について著者の国別分布をみると, 21か国のうち, アメリカ30, イギリス23, ソ連10, オーストラリア7, フランス6……など, 日本は1編である。

この会議では部会講演のほか, 次のシンポジウム: (1) 数量分類学 (2) 行動に関する生理学 (3) 動物寄生性ダニの適応放散 (4) 個体群動態, がもたれたが, その内容は近刊の *Acarologia* (フランス) に掲載される。 (北大 森 樊須)

抄 録

線虫に及ぼす土壌の構造と湿度の影響

JONES, F. G. W., D. W. LARBEY and Diana M. PARROTT (1969) The influence of soil structure and moisture on nematodes, especially *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* and *Heterodera* spp. Soil Boil. Biochem. 1: 153-165.

土壌中の空間と湿度は線虫の活動にとって主要な要素であるが, 土壌孔隙の直径, 量は線虫の行動に影響をあたえ, また体長の長い線虫には孔隙の長さも重要であろう。線虫の体幅と土壌孔隙の大きさとの関係を均質な土壌粒子について検討した。粒子直径が 200~2,000 μ 以下の細かい土壌粒子では線虫は粒子間隙は通過できないが, 団粒の間隙を移動することを示した。未耕起の粘土含量の高い森林土壌では *X. diversicaudatum* は団

粒の内部には見出されず 団粒間の大きな孔隙内に見出される。土壌の深さとともに粘土含量は増加し, 深さが, 2, 6, 18 および 50cm における *X. diversicaudatum* の行動できる孔隙量はそれぞれ 13, 8, 6 および 5% であった。 *Heterodera* spp. は細かい土壌粒子あるいは粗い土壌粒子の土壌から検出されるが, *Trichodorus* と *Longidorus* spp. は粗い粒子が 80% 以上含まれる土壌からしか検出されない。粘土含量の高い土壌でも耕起により線虫の利用できる孔隙量が増加するが, 風化により団粒構造がこわれ, 孔隙量は減少する。粗い砂土は不安定でち密になりやすいが, *Trichodorus* と *Longidorus* spp. が行動できる孔隙は残っている。粗い土壌でサトウダイコンの外部寄生性線虫による被害は 5 月と 6 月の雨量が多いと増加する

(以下 110 ページへ続く)