

## ツマグロヨコバイの吸汁による分けつ初期水稻の被害

大 矢 慎 吾

Shingo OYA : Sucking damage caused by the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, at the early tillering stage of rice plants

### Summary

Rice plants that infested by the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, at the early tillering stage were studied to determine the effects of the insect sucking on both the fresh and dry weight, number of tillers, and plant height. The rice plants became brownish yellow from the top of leaf blade when 3 or 5 adult females per plant had infested for 10 days. The growth of rice plants was suppressed by reducing the fresh and dry weight of rice plants together with the number of tillers and the plant height. A single adult female reduced approximately 33% of both the fresh and dry weight of rice plants for 15 days, when young rice plants were offered. However, sucking damage depended largely on the infestation density of insects, age of host plants, and environmental temperatures. The higher the infestation density of insects and the smaller the size of rice plants, the greater the suppression of plant growth. The rates of dry matter reduction by sucking were higher at 21°C than 27°C and 15°C. The sucking damage appeared definitely on the rice plants which were infested soon after transplanting. The dry matter production in young rice plants was reduced at the rates of 0.59 to 1.04g when infested for 15 days with 10 adult females.

ツマグロヨコバイは西南暖地では黄萎病、萎縮病、イネわい化病などウイルス病の媒介虫として重要視されている。しかし、北陸や東北地方では、これらウイルス病の発生は認められず、出穂期前後から生息密度が高まり茎葉や穂を吸汁加害し、直接吸汁害をもたらす害虫として重要である。一般に、吸汁性害虫の被害はその症状が表面的に現れにくく、作物の生理的变化を通して、生育抑制や収量の減少をもたらす場合が多い。ツマグロヨコバイの吸汁による出穂期前後の被害解析試験によると、東北・北陸地方では被害が顕著に現れる<sup>1,3,12)</sup>のに対し、西南暖地では直接吸汁害がほとんど問題となっていない<sup>4,7)</sup>。ツマグロヨコバイの合理的な防除法を確立するための基礎的知見として、吸汁害の実態と被害発生機構の解明が重要である。著者はさきにツマグロヨコバイの吸汁習性、吸汁量及び排泄甘露中の成分量を調べ、本虫は極めて旺盛な吸汁活動を行っていることを報告<sup>9)</sup>した。

本報告では、ツマグロヨコバイの吸汁による水稻の被害

害を解析する一環として、被害量を定量的に測定し易い分けつ初期水稻を用いて、水稻の生育に及ぼす吸汁の影響を明らかにしようとした。すなわち、苗の大きさ、温度条件、移植作業による根の切断及び加害虫数などが、水稻の生育及び乾物生産量に及ぼす影響について実験を行い、二・三の知見を得たので報告する。

本文に入るに先立ち、終始有益な御助言をいただいた北陸農業試験場佐藤昭夫虫害研究室長並びに虫害研究室の諸兄に厚く感謝の意を表する。

### 試験方法と結果

イネ幼苗飼育法<sup>10)</sup>でツマグロヨコバイを大量飼育し、羽化した雌成虫を分けつ初期の水稻に放飼し、15日間吸汁加害させた。放飼開始日及び放飼後10、15日に放飼区と無放飼区の供試水稻の草丈、莖数、生体重及び乾物重を調査した。吸汁加害による被害量を定量化するため、加害期間が終了した時点における無放飼区水稻と放飼区水稻の生育量の差を吸汁加害による水稻の抑制量として求めた。

#### 1 加害虫数と被害発現の差異

直径14cmのポットに、苗代配合肥料(N:8%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

北陸農業試験場 Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Inada, Joetsu, Niigata 943-01.

現在九州農業試験場 Present address: Kyushu National Agricultural Experiment Station, Izumi, Chikugo, Fukuoka 833.

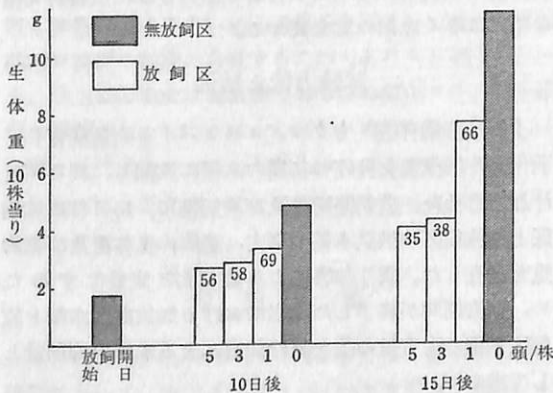
:15%, K<sub>2</sub>O:8%)を2g施用し, 10粒播種した(品種マンリョウ)。草丈が20cmに生育した6月19日に網付透明塩化ビニール円筒をかぶせ, 株当たり1, 3, 5頭を2反復で放飼し, 野外条件下に置いた。

この試験は150cm<sup>2</sup>に10株の水稲を栽培したため, 無放飼区の分けつ数は15日後でも1.4本と少なく, 比較的密植状態であった。供試水稲の生体重増加推移は第1図のとおりである。ツマグロヨコバイの吸汁加害によって, 水稲の生体重は顕著に低下し, 加害期間が長くまた放飼虫数が多いほど影響は大きかったが, 3, 5頭区の差はほとんど認められなかった。なお, 3, 5頭放飼区は放飼後10日目以降葉身の先端がやや黄化した。草丈が20.7cm, 茎数1本の水稲に雌成虫を株当たり1頭放飼しても15日後には生体重, 乾物重が約33%減少し, 分けつは抑制され, 草丈がわずかに低下した(第1表)。放飼虫数の増加と共に水稲の生育抑制量は大きくなる傾向が認められたが, 加害虫1頭当りの水稲の生育抑制量は1頭放飼区が最も大きく, 次いで3頭, 5頭放飼区の順であった。5頭放飼区の15日後における10株当り水稲の生育抑制量は, 生体重で7.5g, 乾物重で1.68g<sup>1)</sup>であった。

第1表 加害虫数と分けつ初期水稲の被害

調査日	加害虫数	草丈		茎数 <sup>1)</sup>		乾物重 <sup>2)</sup>		生育抑制量 <sup>2,3)</sup>	
		cm	%	本	%	g	%	g	g
10日後	1	27.9	87.5	1	83.3	0.70	77.8	1.5	0.20
	3	26.6	83.4	1	83.3	0.63	70.0	2.0	0.27
	5	23.2	72.7	1	83.3	0.63	70.0	2.1	0.27
	無放飼	31.9	100	1.2	100	0.90	100	—	—
15日後	1	44.4	95.7	1	71.4	1.71	67.3	3.9	0.83
	3	31.0	66.8	1	71.4	1.00	39.4	7.2	1.54
	5	28.1	60.6	1	71.4	0.86	33.9	7.5	1.68
	無放飼	46.4	100	1.4	100	2.54	100	—	—

(注) 1) 1株当り, 2) 10株当り, 3) 生育抑制量=(無放飼区生育量-放飼区生育量)



第1図 加害虫数と生体重の変動 (図中の数字は対無放飼区比率%)

2 苗の大きさと被害発現の差異

同一環境条件でツマグロヨコバイが吸汁加害しても, 苗の大きさによって被害の発生程度は異なるものと思われる。そこで苗の大きさと被害発生との関係を明らかにしようとした。

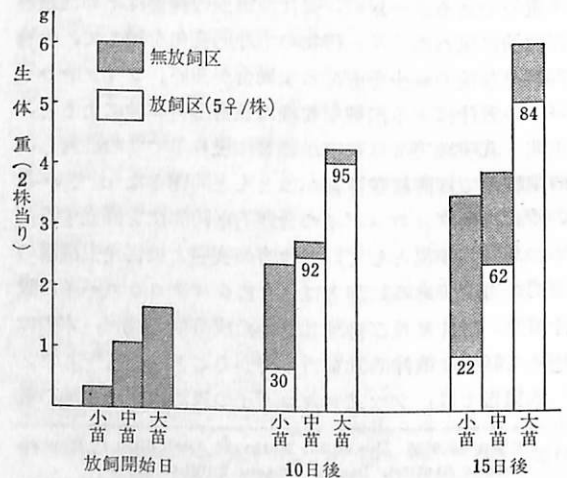
プラスチックカップ(直径8cm, 高さ9cm)に苗代配合肥料を0.5g施用し, 2粒播種した。苗の大きさを変えるため, 播種日を5月10, 20, 30日の3時期とし, 6月13日にナイロン製の網で覆い, 株当たり5頭を3反復で放飼し, 野外条件下に置いた。

供試水稲の生育調査結果は第2表, 第2図のとおりである。放飼開始日の水稲は播種日の違いにより, 草丈, 茎数, 生体重ともに生育差が現れており, それぞれ大苗, 中苗, 小苗とした。大苗区は15日後において, 草丈には差は認められず, 分けつがやや抑制され, 生体重, 乾物重が約15%減少した。中苗区は草丈, 茎数ともやや抑制され, 生体重, 乾物重は約40%減少した。小苗区は草

第2表 苗の大きさと吸汁加害による被害発現の差異

調査日	苗の大きさ	草丈		茎数 <sup>1)</sup>		乾物重 <sup>2)</sup>		生育抑制量 <sup>2,3)</sup>	
		cm	%	本	%	g	%	g	g
放飼開始日	大苗	24.2	—	3.2	—	0.44	—	—	—
	中苗	21.0	—	2.7	—	0.25	—	—	—
	小苗	17.2	—	1.0	—	0.07	—	—	—
10日後	大苗	37.0	36.3	98.1	4.2	4.0	95.2	0.96	0.94
	中苗	29.7	30.3	102.0	3.5	3.8	108.6	0.60	0.56
	小苗	32.0	22.8	71.3	3.2	1.8	56.3	0.45	0.16
15日後	大苗	38.5	40.0	103.9	4.5	3.5	77.8	1.40	1.23
	中苗	36.8	32.2	87.5	3.5	2.8	80.0	0.82	0.57
	小苗	40.7	27.2	66.8	4.3	1.8	41.9	0.80	0.21

(注) 1) 1株当り, 2) 2株当り, 3) 生育抑制量=(無放飼区生育量-放飼区生育量)



第2図 苗の大きさと加害による生体重の変動 (図中の数字は対無放飼区比率%)

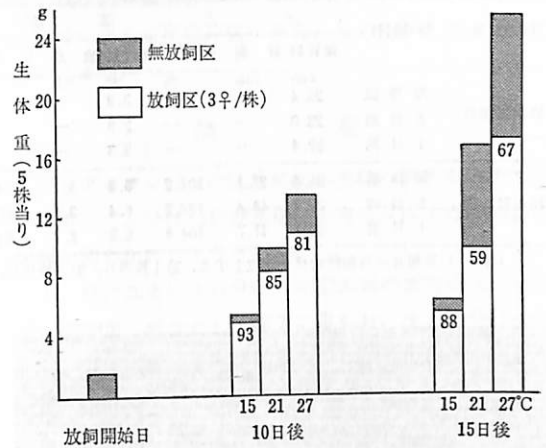
丈、莖数とも顕著に減少し、生体重、乾物重とも約80%減少した。ツマグロヨコバイの吸汁による分けつ初期水稲の被害は、生体重、乾物重の減少として顕著に現れ、次いで分けつの抑制が起り草丈への影響は比較的少なかった。15日後の水稲の生育による生体重増加量を無放飼区と比較すると、大苗区は78%、中苗区は47%、小苗区は15%となり、小さな苗ほど生体重増加割合が抑制された。ツマグロヨコバイの放飼虫数が等しく、吸汁、加害量がほぼ同一と考えられることから、水稲の大きさによって被害の現れ方に差異が認められ、小さな苗ほど顕著に生育が抑制された。

3 温度条件と被害発現の差異

ツマグロヨコバイの吸汁活動<sup>3)</sup>及び水稲の生育は温度条件によって影響を受ける。そこで両者を取りまく温度条件による被害発現の差異を明らかにしようとした。

温度条件は当地方の苗代、本田初期の気温を考慮して15、21、27°Cの3段階としガラス張り、野外型植物環境調節装置を用いて設定した。1/5,000 a ワグネルポットに苗代配合肥料1gを施用し、5粒播種した。草丈18.5cm、莖数2.1本に生育した時期に網付塩化ビニール円筒を用いて、株当たり3頭を3反復で放飼し、処理温度条件下に置いた。

供試水稲の生育調査結果は第3表、第3図のとおりである。15日後の無放飼区の生体重は、放飼開始日に比べ15°Cでは3.7倍、21°Cでは10.1倍、27°Cでは15.5倍となり、温度の上昇と共に水稲の生育は極めて旺盛になった。10日後における放飼区の無放飼区に対する生体重の割合は温度の上昇と共に小さくなる傾向を示し、高温ほど吸汁加害によって生育が抑制された。しかし15日後の放飼区の無放飼区に対する生体重の割合は21°Cが最も小さく58.5%を示し、次いで27°C、15°Cの順となり、温度と一定の傾向を示さなかった。しかし、放飼区の生育抑制量は10、15日後とも温度の上昇と共に明らかに大きくなり、27°C、15日後の5株当り生体重の生育抑制



第3図 温度条件と加害による生体重の変動 (図中の数字は対無放飼区比率%)

量は8.4gで15°Cの12倍、12°Cの1.2倍となった。ツマグロヨコバイの吸汁による水稲の被害は両者を取りまく温度条件と密接に関連して現れることが明らかになった。

4 移植作業に伴う根の切断と被害発現の差異

手植移植苗は、苗取り作業による根の切断によって養水分の吸収能力の減少、次いで移植後の発根、活着などの生育経過をたどる。このような移植作業に伴う根の物理的損傷とツマグロヨコバイの吸汁による被害の関係を明らかにしようとした。

1/5000 a ワグネルポットに苗代配合肥料1gを施用し、5月1日にポット当り6粒を播種した。草丈が約22cmに生育した6月1日及び6月5日に苗を取り、苗取りしたそのポットに再び移植し、放飼5日前移植区、放飼1日前移植区及び無移植区を設けた。移植時の植え込みをできるだけ防ぐために深水とし、野外条件下に置いた。6月6日に各ポットから3株ずつ苗をぬきとり、放飼開始日の生育調査に用い、残りの3株をナイロン製の網で覆って株当たり3頭を3反復で放飼した。

供試水稲の生育調査結果は第4表のとおりである。放飼開始日の供試水稲の生育は5日前移植区が無移植区に比べ生体重、乾物重とも約10%減少し、分けつ数もやや抑制されていた。放飼15日後の無放飼区の生育は5日前移植区が最も旺盛で、生体重は放飼開始日の8.5倍となり、次いで無移植区6.7倍、1日前移植区6.6倍となっていた。このような苗にツマグロヨコバイを放飼すると、第4図に示すように、放飼1日前移植区の生育が最も劣り、次いで5日前移植区、無移植区となり、移植直後放飼区ほど吸汁加害によって生育が抑制され、被害が顕著

第3表 温度条件と吸汁加害による被害発現の差異

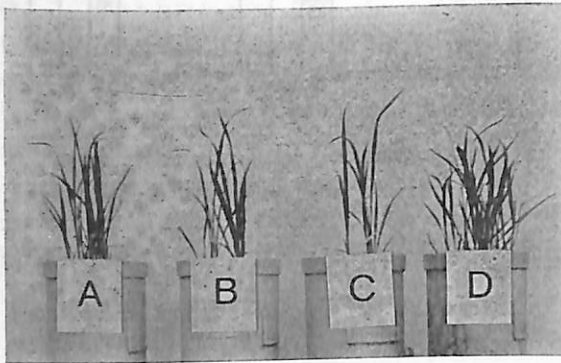
調査日	温度	草 丈		莖 数 <sup>1)</sup>		乾 物 重 <sup>2)</sup>		生育抑制量 <sup>2,3)</sup>				
		無放飼	放飼	無放飼	放飼	無放飼	放飼	生体重	乾物重			
放飼開始日	°C	cm	cm	%	本	%	g	g	%			
	18.5	—	—	2.1	—	—	—	—	—			
10日後	15	23.6	23.0	97.5	3.9	3.5	89.8	1.51	1.32	87.6	0.4	0.19
	21	37.6	32.1	85.5	3.9	3.8	96.6	2.11	1.87	88.5	1.5	0.24
	27	53.6	49.6	92.5	3.4	3.3	98.0	2.74	2.34	85.5	2.6	0.40
15日後	15	23.3	23.5	100.9	3.5	3.3	94.3	1.69	1.54	91.1	0.7	0.15
	21	49.1	40.5	82.5	4.0	3.3	82.5	3.59	2.21	61.6	7.0	1.38
	27	61.9	55.6	89.8	3.5	3.5	100	5.09	3.51	68.9	8.4	1.58

(注) 1) 1株当り, 2) 5株当り, 3) 生育抑制量=(無放飼区生育量-放飼区生育量)

第4表 移植作業に伴う根の切断と吸汁加害による被害発現の差異

調査日	移植日 <sup>1)</sup>	草 丈			茎 数 <sup>2)</sup>			生 体 重 <sup>3)</sup>			乾 物 重 <sup>3)</sup>			生育抑制量 <sup>3,4)</sup>	
		無放飼	放飼	比率	無放飼	放飼	比率	無放飼	放飼	比率	無放飼	放飼	比率	生体重	乾物重
		cm	cm	%	本	本	%	g	g	%	g	g	%	g	g
放飼開始日	無移植	22.4	—	—	3.3	—	—	1.9	—	—	0.38	—	—	—	—
	5日前	22.0	—	—	2.8	—	—	1.7	—	—	0.35	—	—	—	—
	1日前	22.4	—	—	3.3	—	—	1.9	—	—	0.38	—	—	—	—
15日後	無移植	35.6	37.1	104.2	6.3	4.7	74.6	12.8	10.5	82.0	2.39	2.23	93.3	2.3	0.16
	5日前	37.7	40.4	107.2	6.4	3.9	60.7	14.5	8.8	60.7	2.30	1.62	70.4	5.7	0.68
	1日前	39.8	41.7	104.8	5.2	3.2	61.5	12.5	7.8	62.4	2.12	1.47	69.3	4.7	0.65

(注) 1)移植日は放飼開始日を起点とする, 2)1株当り, 3)3株当り, 4)生育抑制量=(無放飼区生育量-放飼区生育量)



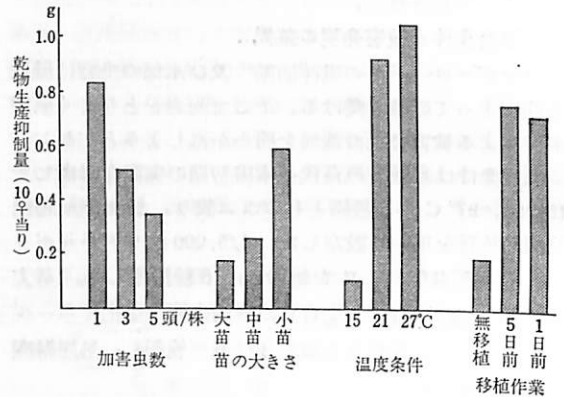
第4図 移植に伴う根の切断と吸汁被害

株当り3頭15日間放飼, A:無移植放飼区, B:5日前移植放飼区, C:1日前移植放飼区, D:無移植無放飼区

に現れた。各移植時ごとに無放飼区と比較すると15日後の生体重減少率は無移植区が18%であるのに対し、1日前移植区37.6%、5日前移植区は39.3%となり、5日前移植区が最も大きな値を示した。生育抑制量を生体重で見ると、5日前移植区が5.7gと最も大きく、次いで1日前移植区、無移植区の順となった。このように移植作業に伴う根の物理的損傷は、一時的に水稻の生育を抑制すると共に、ツマグロヨコバイの吸汁加害による被害発現程度をより大きくすることが明らかになった。

考 察

苗代期, 本田初期におけるツマグロヨコバイの吸汁加害によって, 石川県では1953年に苗代で部分的に苗が黄赤色に枯れ, 本田初期にも同様な生育遅延障害を受けたことを川瀬<sup>9)</sup>が報告している。分げつ初期水稻の被害は苗代や本田への飛び込み成虫数が多いと見られる現象であるが, 通常北陸地方ではこの時期の飛び込み成虫数が少なく, ごくまれに局部的に起る被害症状である。分げつ初期におけるツマグロヨコバイの吸汁加害と水稻の被害量についての報告はない。本試験はツマグロヨコバイの吸汁による水稻の被害を解析する一環として, 吸汁加



第5図 放飼15日後における乾物生産抑制量

害と被害量の相互関係を量的に把握しようとして, 分げつ初期水稻における被害発現象を検討した。

分げつ初期水稻にツマグロヨコバイが吸汁加害すると生育抑制が起り, 株当り1頭の加害によっても被害が現れた(第1表, 第1図)。吸汁による被害は生体重, 乾物重の減少, 分げつの抑制, 草丈の減少となるが, どの試験においても生体重, 乾物重の増加抑制が顕著であった。吸汁による被害量は苗の大きさ, 温度条件, 移植作業などによってさまざまな変動を示した。各試験の15日間の吸汁加害による水稻の生育抑制量を乾物重として, 雌成虫10頭当りに換算して示すと第5図のようになる。生育抑制量は温度条件の高い放飼区, 移植直後の放飼区及び苗の小さな放飼区で大きく, 10頭の雌が15日間に0.59~1.05gの乾物生産を抑制した。この乾物生産抑制量は生体重で3.2~5.6gに相当する。

加害虫数が増加すると共に生育抑制量は大きくなるが(第1表, 第1図), 10頭当りに換算した生育抑制量は加害虫数が少ないほど大きくなった(第5図)。ツマグロヨコバイの吸汁活動は水稻の生理的变化によって影響され, 例えば窒素肥料施用量の増加と共に甘露排泄量が増加する(大矢, 未発表)。

この傾向はトビイロウンカ<sup>2,10)</sup>, ヒメトビウンカ<sup>13)</sup>でも

知られている。加害虫数が多いと経日的に水稻は葉身の黄化や生育抑制など、吸汁による生理的变化が起り、黄化した供試イネでは吸汁活動が健全な水稻に比べて抑制されるものと思われる。また水稻の吸汁加害に対する耐性も変動する可能性があり、加害虫数と被害量が並行的に現れない要因になっているものと思われる。

ツマグロヨコバイの吸汁量は温度と共に増加するので、吸汁加害量は高温ほど大きくなる。しかし、水稻の生育も温度条件に依存しており、高温ほど旺盛である。従って、高温条件ほど乾物生産抑制量は大きい、生育も旺盛なため、本試験で行った株当たり3頭の加害では被害がある程度マスクされ、21°Cの生育が最も抑制された。低温条件は水稻の生育がおそく、かつ吸汁加害活動も抑制されるため、被害が軽微になることが明らかになった。加害虫数が増えると、高温条件下でも被害が顕著になることが推察される。このような分げつ初期水稻における直接吸汁害が、その後の生育及び収量へ及ぼす影響について、本試験では明らかにすることができなかったが、西南暖地と異なり水稻の生育期間が短い北陸地方ではなんらかの悪影響があるものと思われる。

ツマグロヨコバイは口針を維管束に挿入し、導管及び篩管液を交互に吸汁している<sup>5)</sup>。吸汁行動は極めて旺盛で大量の甘露を排泄しており、その量は雌成虫の生体重の20~50倍に及び、さらに篩管液に由来する甘露中には多量の光合成産物が含まれ、雌成虫は1日に約1mgの糖類を排泄することを著者はさきに報告した<sup>6)</sup>。このような吸汁活動によって、水稻は多量の維管束液を失うことが想定される。内藤・正木<sup>5)</sup>はツマグロヨコバイの口針挿入による細胞の破壊、唾液輸によって周辺細胞が塗り固められるため、付近の細胞は機能を失う機械的な障害を報告している。さらに内藤<sup>6)</sup>はマメノミドリヒメヨコバイに吸汁加害されたラジノクローバーは篩管内に比較的流動性の唾液輸物質が充満するよう拡散しており、これによって同化産物の移行を阻害するなんらかの生理的障害が篩管部に起ることを述べている。Sôgawa<sup>9)</sup>はツマグロヨコバイの唾液分泌物が必ずしも激しい毒性を示さないのは、毒性の存在や強さだけでなく、摂食行動や植物の生理的または発育の状態によっていると述べている。ツマグロヨコバイの吸汁による被害発現機構については、まだ不明の点が残されており、今後の解明に待つところが多い。

近年田植機による稚苗、中苗移植が普遍的に行われるようになり、従来の手植移植苗に比べてかなり小さな苗が移植されている。ツマグロヨコバイの吸汁害は苗が小さいほど顕著に現れ(第2表,第2図)、また移植直後の苗ほど吸汁による生育抑制が起り易い(第4表,第4図)。

このように近年の本田初期における水稻の栽培体系は、もし飛び込み成虫数が多い場合には、ツマグロヨコバイの吸汁による直接吸汁害が発現し易い条件となっているといえよう。

## 摘 要

ツマグロヨコバイの吸汁による水稻の被害を解析する一環として、分げつ初期水稻の生育に及ぼす吸汁加害の影響を明らかにしようとした。

1 吸汁加害による分げつ初期水稻の被害症状は生体重、乾物重の減少として顕著に現われ、次いで分げつの抑制、草丈の低下として現われた。加害虫数が多いと葉身は先端から黄化した。

2 草丈20.7cm、茎数1本的水稻に雌成虫1頭が15日間加害すると、無放飼区に比べ生体重、乾物重が約33%減少した。加害虫数の増加と共に水稻の生育抑制量は大きくなるが、加害虫1頭当りの生育抑制量は加害虫数が少ないほど大きくなった。

3 小さな苗ほど吸汁加害による水稻の生育抑制量が大きく、被害が顕著に現われた。

4 温度の上昇と共に吸汁加害による水稻の生育抑制量は増加したが、生育抑制の割合は温度と一定の傾向を示さず、21°C>27°C>15°Cとなった。高温条件は水稻の生育が盛んなため、吸汁加害量が増加するにもかかわらず被害がある程度マスクされた。低温条件は水稻の生育、吸汁活動とも抑制され、吸汁加害による水稻の生育抑制が小さくなった。

5 移植作業によって水稻の生育は一時的に抑制されるが、この時期の吸汁加害によってさらに抑制された。移植直後ほど吸汁加害による水稻の生育抑制量は大きく、被害が顕著に現われた。

6 雌成虫10頭当りに換算した15日間加害による水稻の生育抑制量は、被害の出易い高温条件や苗が小さい場合には乾物重で0.59~1.04gとなった。

## 引 用 文 献

- 1) 常楽武男(1966)ツマグロヨコバイの発生と防除。農及園 41:1214~1218.
- 2) 菅野紘男・金武祚・石井象二郎(1977)稲に対する窒素施肥がトビイロウソカの吸汁活動におよぼす影響。応動昆 21:110~112.
- 3) 川瀬英爾(1958)北陸のツマグロヨコバイの被害と防除。植防 12:401~404.
- 4) 那波邦彦(1979)ツマグロヨコバイの吸汁による被害の地域差。植防 33:200~203.
- 5) 内藤篤・正木十二郎(1967)ツマグロヨコバイの摂食行動に関する研究。第1報 寄主植物への口針挿入。応動昆 11:50~56.
- 6) 内藤篤(1977)



農作物,特に飼料作物を加害するヨコバイ類の摂食習性に関する研究. III. 摂食習性と被害—マメノミドリヒメヨコバイの吸汁による同化産物の移行阻害. 応動昆 21:1~5. 7) 中筋房夫・野村性孝(1968) ツマグロヨコバイの被害. 四国植防研究 3:21~26. 8) Ôya, S. (1980) Feeding habits and honeydew components of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hemiptera: Deltocephalidae). Appl. Ent. Zool. 15:392~399 9) Sôgawa, K. (1965) Effect of plant growth hormones of the activity of invertase of the alimentary canal

of *Nephotettix cincticeps* Uhler (Homoptera: Cicadellidae. Jap. appl. Ent. Zool. 9:135~137. 10) 寒川一成(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. 応動昆 14:101~106. 11) 杉本渥(1969) ツマグロヨコバイの大量飼育装置. 農薬研報 9:19~24. 12) 田村市太郎(1957) 作物害虫による被害査定. イネクロカメムシとツマグロヨコバイによる水稻の被害査定. 植防 11:79~82. 13) 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. 関東東山病虫研報 12:15. (1980年5月12日受領)