

ナモグリバエの食害によるレタス腐敗病の発病助長 および被害程度の品種間差異

長野県農業試験場 おぎそ ひでき くりはら じゅん
小木曾 秀紀・栗原 潤

はじめに

レタスはサラダなどに利用される重要な露地野菜であり、生産量は全国で55万トンを超える。長野県ではアブラナ科野菜のハクサイ、キャベツとともに、レタスは基幹的な園芸作物であり、春夏秋出荷の中心的な生産県となっている。

初夏～夏秋期に栽培されるレタスでは、主に細菌性病害（腐敗病、斑点細菌病、軟腐病）の発生が問題になる。特に腐敗病の発生は大きな生産阻害要因である。長野県では、2015年のレタス作付面積5,772 haのうち、腐敗病の発生面積はその11%に及んだ（長野県病害虫防除所調査結果より）。腐敗病の被害は結球葉にも及ぶため、実害は大きい。

一方、長野県におけるレタスの主要害虫はナモグリバエ、オオタバコガ、キンウワバ類、アブラムシ類が挙げられる。ナモグリバエ (*Chromatomyia horticola*) によるレタスへの加害は、長野県では1995年ごろから主に春作で顕著となり、2000年代初期は多発した。近年は防除薬剤の充実などにより、発生は小康状態にある。被害は幼虫による葉肉内の穿孔で、多発生圃場ではレタスの外葉が脱色・白化して結球不良や生育遅延を生じ、穿孔痕（マイン）が結球部に至ると商品価値が低下する。特に定植初期から圃場内でまん延すると被害が大きくなる。

ウイルス病のようにアブラムシ類やアザミウマ類がベクターとして重要な役割を果たす場合を除き、一般に病害と虫害は研究上も、現場での防除上も別物として扱われることが多い。細菌性病害（地上部病害）では、スイカ果実汚斑細菌病の花器感染にミツバチが関与すること (FESSEHAIE, 2005)、ミツバチやハエ等が *Erwinia amylovora* を付着した後に訪花、あるいは降雨等によって病原細菌が流出・飛散して、花器感染あるいは傷・自然開口部からの感染を起こすこと (畔上ら, 2006) 等の報告がある

が、いずれも昆虫は病原細菌のベクターとして関与している。

植物体に生じた傷口は病原細菌の侵入門戸となるため、害虫の食害痕が細菌性病害の発病を助長することは容易に推察できる。実際、多くの指導書で細菌性病害の防除には、害虫防除も必要と記されている。しかし害虫の食害が、どの程度細菌性病害の発病に影響しているか、報告例はほとんどない。

筆者らは現地で腐敗病などの発生実態を調査する過程で、ナモグリバエによる食害が腐敗病などの細菌性病害の発生を助長していることを確認した。本稿ではナモグリバエの食害痕から腐敗病菌が感染し、発病が助長されること (小木曾ら, 2015) を明らかにしたので報告する。さらに同虫による被害に対して、レタスの品種間差異があること (小木曾ら, 2014) を明らかにしたので、その結果も併せて報告する。

I ナモグリバエの食害がレタス細菌性病害の発病に与える影響

1 褐変したナモグリバエのマインから分離される細菌

ナモグリバエがレタスに寄生すると、斑点状の産卵吸汁痕を生じるとともに、幼虫の食害が進むと葉肉に穿孔痕（以後マイン）を生じる。長野県では、ナモグリバエによる被害が生じた際に降雨などを受けると、マインが褐変し、後に褐変部位が拡大して葉が腐敗する症状が観察されていた。

2011年8月に長野県の南佐久地域で腐敗病が多発したため、産地Aで腐敗病の発生実態調査を行った。その結果、ナモグリバエのマインとは無関係な、腐敗病に典型的な病斑（図-1）とナモグリバエのマインに沿って褐変した病斑（図-2）を確認した。さらに産卵吸汁痕の褐変も確認した（図-2）。2012年も産地Bで同様の病徴を確認した。両産地から罹病株を採取し、病原菌分離を試みた。その結果、ナモグリバエのマインとは無関係な病斑、ナモグリバエのマインに沿って褐変した病斑、褐変した産卵吸汁痕いずれからも細菌が分離され、優占種を同定したところ、いずれも *Pseudomonas cichorii* であった。マイン分離株、吸汁産卵痕分離株についてレタス

Influence of Insect Damage by Leafminers on Disease Severity of Lettuce Bacterial Rot, and Difference of Host Plant Resistance to Leafminers in Lettuce Cultivars. By Hideki OGISO and Jun KURIHARA
(キーワード: レタス, 腐敗病, 斑点細菌病, 軟腐病, *Pseudomonas cichorii*, ナモグリバエ, 品種間差)



図-1 ナモグリバエのメインとは無関係な腐敗病の病斑

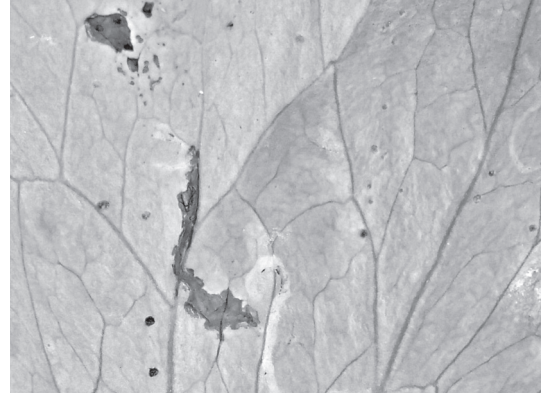


図-2 ナモグリバエのメインに沿った腐敗病の病斑および産卵吸汁痕の褐変

葉片を用いた接種試験を実施したところ、病原性が確認された。

以上により、ナモグリバエのメインに沿ってレタス葉が褐変している病斑には、腐敗病菌が感染している場合があることが明らかとなった。さらにナモグリバエの産卵吸汁痕も腐敗病菌の感染部位となり得ることが明らかとなった。

2 ナモグリバエ食害と細菌性病害の発病との関係

ナモグリバエの食害がレタス腐敗病、斑点細菌病、軟腐病の発病に与える影響を調査した。

(1) ナモグリバエの食害と腐敗病の発病との関係

腐敗病について2011年、12年にそれぞれ産地Aと産地Cで試験した。2011年試験では、1区10.1 m² (65株/区) 3反復とし、7月28日に定植した。ナモグリバエ防除のため、定植時にクロラントラニプロール・チアメトキサム水和剤(200倍液, 0.5 l/箱)またはジノテフラン水溶剤(50倍液, 0.5 l/箱)を灌注処理し、その後のナモグリバエの発生状況に応じてピリダリル水和剤(1,000倍液)またはクロラントラニプロール水和剤(2,000倍液)を散布した。殺虫剤処理の組合せは以下の通りとした。①クロラントラニプロール・チアメトキサム水和剤灌注のみ、②ジノテフラン水溶剤灌注のみ、③ジノテフラン水溶剤灌注+8月17日、8月29日ピリダリル水和剤散布、④ジノテフラン水溶剤灌注+8月29日クロラントラニプロール水和剤散布。これらの薬剤防除を組合せた結果、定植28日後におけるナモグリバエの株当たりメイン数は0~21.2の間で区間差を生じた。結球後期に腐敗病が自然発生したため、収穫期(8月31日)に腐敗病の発病程度を調査したところ、レタス腐敗病の発病度がナモグリバエのメイン数(株当たり)と相関した(図-3)。ナモグリバエのメインがなく

とも腐敗病が発病したが、ナモグリバエのメインが多いほど腐敗病の発病度が高まった。ナモグリバエのほか、アブラムシ類の発生が認められたが、腐敗病の発病程度には影響しなかった。

2012年試験では1区12.6 m² (84株/区) 3反復とし、6月11日に定植した。ナモグリバエ防除のため、定植時にクロラントラニプロール水和剤(100倍液, 0.5 l/箱, 灌注)、ジノテフラン水溶剤(50倍液または100倍液, 0.5 l/箱, 灌注)のいずれかを処理した。その結果、定植36日後におけるナモグリバエの株当たりメイン数は0~25.5の間で区間差を生じた。結球初期の7月9日に腐敗病菌 *P. cichorii* を全区に噴霧接種(約1 × 10⁶ cfu/ml)し、収穫期の7月18日に腐敗病の発病程度を調査した。その結果、2011年試験と同様にレタス腐敗病の発病度がナモグリバエのメイン数(株当たり)と相関した(図-4)。

以上により、レタス腐敗病の発病はナモグリバエの食害により助長されることが明らかとなった。

(2) ナモグリバエの食害と斑点細菌病の発病との関係

本虫の食害が、レタス斑点細菌病の発生に及ぼす影響を2006年に産地Cで調査した。1区5.4 m² (48株/区) 3反復とし、6月14日に定植した。ナモグリバエ防除のため、結球初期にトルフェンピラド乳剤を散布した(ナモグリバエ防除区)。さらに天敵除去のためフルバリネット水和剤を散布する区(天敵除去区)および無処理区を設置した。その結果、収穫期にナモグリバエの被害程度が、それぞれ少、多、中となった。結球初期にレタス斑点細菌病菌を全区に接種して収穫期に斑点細菌病の発病程度を調査した。その結果、ナモグリバエの被害度が高い天敵除去区は最も斑点細菌病の発病度が高く、ナモグリバエの被害度が低いナモグリバエ防除区は最も本病

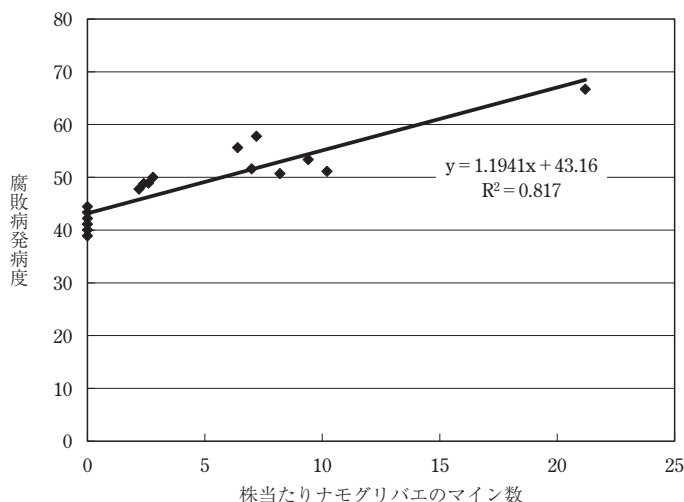


図-3 ナモグリバエのマイン数と腐敗病発病度の関係 (2011年)

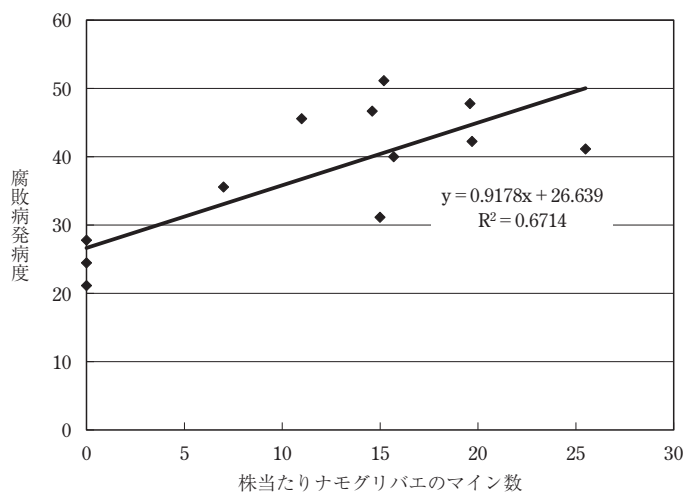


図-4 ナモグリバエのマイン数と腐敗病発病度の関係 (2012年)

の発病度が低かった (表-1)。斑点細菌病に対する本虫の影響調査は本試験例のみであるため結論付けるのは困難だが、斑点細菌病もナモグリバエの食害により発病が助長される可能性がある。

(3) ナモグリバエの食害と軟腐病の発病との関係

レタス軟腐病の発生に及ぼす影響を2012年および13年に産地Bで試験した。2012年試験は1区11.3m²(80株/区)3反復とし、ナモグリバエ防除のため、6月6日の定植時にクロラントラニプロール・チアメトキサム水和剤(200倍液, 0.5l/箱, 灌注), ジノテフラン水溶剤(50倍液または100倍液, 0.5l/箱, 灌注), アセタミプリド粒剤(0.5g/株, セルトレイ株元散布)のいずれかを処理した。その結果, 定植35日後におけるナモ

表-1 ナモグリバエによる被害がレタス斑点細菌病の発病に与える影響

試験区	ナモグリバエ被害程度	ナモグリバエ		斑点細菌病	
		被害株率 (%)	被害度 ^{a)}	発病株率 (%)	発病度
ナモグリバエ防除	少	36.7	14.4	80.1	39.0
無処理	中	100	48.9	70.9	44.4
天敵除去	多	100	83.3	94.3	59.8

^{a)} 被害度 = Σ(程度別株数 × 指数) / (調査株数 × 3) × 100。
 ナモグリバエ被害指数 0: 加害が認められない 1: 外葉に食害痕が認められる 2: 出荷調整時の外葉に食害痕が認められる 3: 食害痕が結球葉に及ぶ。

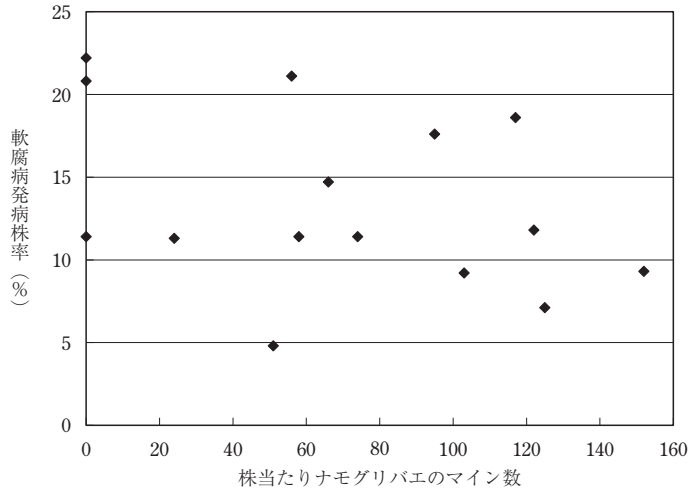


図-5 ナモグリバエのマイン数と軟腐病発病株率の関係 (2013年)

グリバエの株当たりマイン数は0～22.0の間で区間差を生じた。結球後期に軟腐病が自然発生したため、収穫期の7月11日に軟腐病の発病株率を調査したが、軟腐病の発病株率はナモグリバエの株当たりマイン数と関連しなかった。2013年も同様な試験を実施したが軟腐病の発病株率はナモグリバエの株当たりマイン数と関連しなかった(図-5)。

(4) ナモグリバエ防除と微生物殺菌剤を組合せたレタス腐敗病の防除

ナモグリバエ防除の有無が微生物殺菌剤の腐敗病防除効果に与える影響を2012年に産地Cで試験した。1区12.6m²(84株)3反復とし、6月11日に定植した。ナモグリバエ防除のため、クロラントラニプロール水和剤100倍液を定植時に500ml/セルトレイ灌注する試験区に腐敗病防除薬剤としてシュードモナス・フルオレッセンス水和剤1,000倍液を6月21日、28日に散布する試験区を組合せた。その結果、ナモグリバエを防除したうえでシュードモナス・フルオレッセンス水和剤を散布した試験区が、最も高い防除効果を示した(表-2)。

II レタスにおけるナモグリバエ寄生数の品種間差異

ナモグリバエの防除は土着天敵を温存した体系防除に耕種的防除と物理的防除を組合せた総合防除が有効と考えられる(小木曾ら, 2013)。特に食害を受けにくいレタス品種を耕種的防除の一環として利用できれば省力的である。

ナモグリバエ科害虫感受性の品種間差異に関する主要報告として、ナモグリバエがマメ科植物に対して産卵嗜好性があること(笹川, 1966)やキクのマメハモグリバ

表-2 ナモグリバエ防除の有無が微生物殺菌剤の効果に与える影響

微生物殺菌剤の散布	ナモグリバエ防除の有無 ^{a)}	腐敗病		
		発病株率 (%)	発病度	防除価
シュードモナス・フルオレッセンス水和剤 1,000 倍液散布	有	25.7	19.4	68.4
シュードモナス・フルオレッセンス水和剤 1,000 倍液散布	無	39.2	25.8	58.0
無散布	有	70.0	57.2	6.9
無散布	無	73.0	61.5	

a) クロラントラニプロール水和剤 100 倍液を定植時に 500 ml/セルトレイ灌注。

エに対する感受性の品種間差が報告されている(末永ら, 1995)。キクに品種間差が生じる要因として、葉の堅さ、毛じの程度、葉の成分、産卵数の減少、幼虫期の死亡率の差異が推察されている。一方、レタスでは Beiquan らがレタスおよびハウレンソウで、吸汁・産卵痕数の品種間差があると報告している(BEIQUAN and RYDER, 2003)。吸汁・産卵痕数は、栽培種より野生種で少なく、また、栽培種の中ではリーフレタスが最も少なく、ロメインレタスで最も多いとされ、その原因として初期宿主抵抗や抗生作用を挙げている(BEIQUAN and LIU, 2004)。それらは我が国では発生していない *Liriomyza langei* に関する吸汁・産卵痕数の知見であり、ナモグリバエ(*Chromatomyia horticola*)における知見はない。

レタス根腐病抵抗性品種から球レタス 14 品種、サニ

ーレタス2品種を供試し、2010～14年に産地Aおよび産地Cにおいて、殺虫剤無防除でレタスを栽培し、経時的に各品種のナモグリバエによるマイン数を調査した。試験は1区55～480株、反復なし～3反復とし、定植1週間後から約1週間間隔で、各区1～3箇所、10～20株について全葉のマイン数を調査した。その結果、2012年試験では、球レタスにおける株当たりマイン数の平均値が65.6であったのに対し、サニーレタスでは2.1であり(表-3)、2013年試験は同様に球レタスの平均値が73.2であったのに対し、サニーレタスでは2.4で

あった(データ略)。すべての試験でサニーレタスは球レタスと比較してナモグリバエのマイン数が有意に少なく、被害が軽微であることが明らかとなった。また、球レタスの中でも寄生数に品種間差異が認められた。レタス根腐病菌のレース1に抵抗性を有する品種の中では‘シナノホープ’が最もマイン数が少なく(表-3)、レース2に抵抗性を有する品種の中では‘シナノパワー’、‘エスコート’のマイン数が少なかった(データ略)。

さらにナモグリバエの食害に対する品種間差異の要因について検討した。収穫期に各レタス品種の第7葉を採

表-3 レタス根腐病抵抗性品種におけるナモグリバエ生息密度の品種間差

供試品種	株当たりマイン数 ^{w)}			
	6月7日	6月14日	6月21日	6月28日
シナノホープ ^{x)}	0.2 ab	2.9 ab	9.9 ab	11.2 ab
エスコート ^{z)}	0.3 ab	3.0 ab	15.4 ab	39.5 b
シナノパワー ^{z)}	2.1 b	12.1 c	29.8 ab	39.6 b
球 レタス ジュデイ ^{x)}	0.7 ab	5.5 ab	24.6 ab	48.7 b
ルシナ66 ^{y)}	0.8 ab	8.3 bc	33.3 ab	63.7 b
シナノスター ^{x)}	0.8 ab	7.2 bc	30.3 ab	71.5 bc
ランディ ^{z)}	1.9 b	7.2 bc	40.5 b	76.3 bc
バレイ ^{z)}	0.4 ab	1.7 ab	48.6 b	99.6 c
サニー レタス 晩抽レッドファイヤー ^{y)}	0 a	0.2 a	0.6 a	2.1 a
NLE-04 ^{y)}	0 a	0 a	0.1 a	2.1 a

w) 異なる英小文字間には Tukey-Kramer の多重検定により 5%水準で有意差あり。

x) レース1抵抗性品種。 y) レース2抵抗性品種。 z) レース1+2複合抵抗性品種。

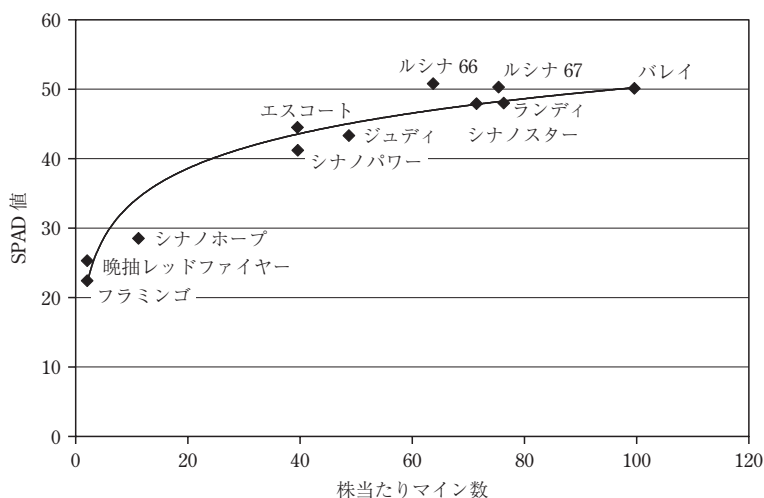


図-6 ナモグリバエマイン数とレタス品種のSPAD値との関係(2012年)

取し、葉縁から4 cmのマンセル値：色相/明度/彩度(MINOLTA CR-200)を測定したが、いずれも株当たりマイン数とは相関しなかった。さらに同葉の葉縁先端部の厚さを計測したが、株当たりマイン数とは相関しなかった(データ略)。一方、各品種の第7葉先端の葉緑素濃度(SPAD値)を葉緑素計(MINOLTA SPAD-502)により計測し、各品種のマイン数と比較検討した。その結果、マイン数とSPAD値に正の相関が認められ、葉緑素濃度が低い品種ほど、ナモグリバエの被害が少なかった(図-6)。2012年試験、13年試験いずれも同様な傾向が認められた。

おわりに

本研究により、レタス腐敗病(*P. cichorii*)はナモグリバエの食害で発病が助長されることが明らかとなった。レタス腐敗病菌は気孔などの葉の自然開口部や、風雨等により生じた葉の傷口からも感染するため、ナモグリバエの発生がなくとも発病するが、同虫による食害が生じると、より発病しやすくなる。多発時には、ナモグリバエによる産卵吸汁痕数とマイン数の合計値が、株当たり100を優に超えるため、病原細菌の侵入門戸として無視できない。腐敗病を防除するためには、ナモグリバエの防除も当然必要である。

現状では、ナモグリバエによる食害痕が病原細菌の侵入門戸となり、発病が助長されると考えられるが、今後は同虫が病原細菌のベクターとなり得るか、検討が必要と考えられる。ナモグリバエは、腐敗病によって腐敗したレタス葉でも容易に蛹化・羽化するため、ベクターとなる可能性はある。

斑点細菌病も同虫の食害で発病が助長される可能性が

示唆されたが、軟腐病の発病におよぼすナモグリバエの加害の影響は認められなかった。これは腐敗病菌や斑点細菌病菌の主要な感染部位が葉(主に葉身)の自然開口部や傷口であるのに対し、軟腐病は多くの場合、外葉葉柄基部の地際に近い部分であるため(小木曾ら, 2002)と考えられる。レタス軟腐病では、髓部から腐敗が始まる場合と結球葉内から腐敗が始まる場合があるが、現地圃場では髓部腐敗から株全体の腐敗に至る場合が多い。この場合、ナモグリバエによる食害の有無は、発病に直接影響しないものと考えられる。

本研究では、ナモグリバエ加害のレタス品種間差異も明らかにした。試験に供試したサニーレタスは、球レタスと比較してマイン数が有意に低く、ナモグリバエに対する防除圧が低くとも生産可能と考えられる。球レタスの中でも品種間差異が認められたことから、耕種的防除の一つとして、被害を受けにくい品種利用は有効と考えられる。

レタスでは本稿で取り上げた腐敗病やナモグリバエ以外にも防除上、重要な病害虫がいくつかある。今後はそれら重要病害を総合的に克服できるIPM技術の構築を目指す。

引用文献

- 1) FESSEHAIE, A. (2005): *Phytopathology* **95**: S29.
- 2) 畔上耕児ら (2006): *植物防疫* **60**: 126 ~ 129.
- 3) BEIQUAN, M. and E. RYDER (2003): *Eucarpia Leafy Vegetables 2003*: 43 ~ 47.
- 4) ———— · Y. B. LIU (2004): *Hort. sci.* **129**: 383 ~ 388.
- 5) 小木曾秀紀ら (2002): *日植病報* **68**: 255 (講要).
- 6) ————ら (2013): *植物防疫* **67**: 373 ~ 378.
- 7) ————ら (2014): *関東東山病虫研報* **61**: 185 (講要).
- 8) ————ら (2015): *日植病報* **81**: 247 (講要).
- 9) 笹川満広 (1966): *京都府立大学報* **18**: 57 ~ 62.
- 10) 末永 博ら (1995): *応動昆* **39**: 245 ~ 251.