

<はしがき>

コナガ *Plutella xylostella* (Plate-) はアブラナ科作物を食害する世界的な重要害虫である (Talekar and Shelton, 1993)。本種は殺虫剤に対する抵抗性の発達が非常に速いため (Rushtapakornchai and Vattanatangum, 1986)、殺虫剤使用を極力抑えた害虫管理システムの構築が急がれている。とくに、発生回数が多く、化学殺虫剤に強く依存してきた東南アジア諸地域では天敵利用に大きな期待がかけられている (Lim, 1986)。コナガの天敵として世界各地から 48 種が記録されている (Thompson, 1946)。中でも *Diadegma*, *Cotesia*, *Diadromus*, 及び *Oomyzus* に属する数種の寄生蜂はコナガの有力な天敵として注目され、豪州や東南アジアその他の地域でそれらの導入と放飼が試みられている (Lim, 1986; Waterhouse, 1992; Talekar et al, 1992; Poelking, 1992; Talekar and Hu, 1996; 伊賀, 1997)。また、本邦では土着の寄生蜂が注目され、三重県 (Matsuura, 1976; 山田・山口, 1985; 岡田, 1989)、大分県 (北内・野上, 1984)、鹿児島 (田中ら, 1991) 及び岩手県 (野田ら 1996) など寄生蜂の野外調査が行われている。導入天敵に限らず土着天敵においてもその天敵としての能力を十分に引き出し、害虫管理に役立てるためには、それらの自然生態系の中での固有の生存様式を究明し、それらの基礎的情報を得ることは不可欠である。本研究課題ではこの観点から、南九州におけるコナガの土着天敵の生態、とくに個体群動態を明らかにしようとしたものである。自然界の害虫や天敵昆虫が示す諸現象は気象や作物の作付け体系などさまざまな変動要因の影響下にあるため、3 年間の研究期間に明らかにすることができた情報は極めて限られたものであるが、これまでの研究成果をここにまとめて報告する次第である。

研究組織

研究代表者 : 植松秀男 (宮崎大学農学部教授)

交付決定学 (配分額)

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 15 年度	900,000		900,000
平成 16 年度	200,000		200,000
平成 17 年度	400,000		400,000
総計	1,500,000	0	1,500,000

研究発表

(1) 口頭発表

H. Uematsu, Population dynamics of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Yponomeutidae) & its parasitoids in Kyusyu, southern part of Japan. Xxii International Congress of Entomology, 16 August 2004, Brisbane Australia

植松秀男、キャベツの周年栽培圃場におけるコナガの 6 年間 (2000-2005) の個体群動態、日本応用動物昆虫学会大会、2006 年 3 月 28 日

材料及び方法

宮崎大学農学部（宮崎市）の農場内に2箇所の圃場（O圃場とN圃場）を設けた。両圃場において、2000年秋から2005年秋まで6年間に亘ってキャベツを無農薬で周年栽培し、コナガとその寄生蜂の個体数の消長を調査した。

1. 調査圃場

O圃場(Plate-) : コナガの餌資源であるキャベツを恒常的に維持し、周年のサンプリングを可能にするため、10m x 10mの圃場を東西の2つの区画に分割し、それぞれの区画に定植時期をずらしてキャベツ（涼嶺41号、サカタ交配）を栽培した。各区画には南北に5畦を立て、畦当たり25株を定植した。畦間は70cm、株間は35cmとした。東側と西側の境界の畦間は90cmとした。

N圃場 (Plate-②) : 本圃場は春～夏に多発するモンシロチョウの被害を防止するため、O圃場の南約100mの場所に設置した網室（12m x 12m x 2.5m）内に設けた。網目サイズは9 x 9mmであった。本圃場も中央で2つの区画に分割したが、支柱の位置と農作業のし易さを考慮してそれぞれの区画を南側と北側に設定した。各区画に8畦を東西に立て、畦当たり30株を定植した。畦間と株間はO圃場に準じた。

定植用の苗はN圃場に隣接したビニルハウスで育てた。定植日の30～50日前、キャベツの種子を培養土ポット（ジフィーセブン）に2～3粒ずつ蒔き、本葉が出始める頃、間引きしポット当たり1本を残した。定植時の苗の草丈は10～15cmで本葉数は5～8枚であった。肥料は元肥として、1アール当たり堆肥150kg、化学肥料（オール8）20kg、ヨウ素2kg、鶏糞10kg、石灰12kgを定植前に鋤き込んだ。

当初はO圃場とN圃場の定植の時期は一部揃えることができなかったが、2003以降は両圃場の作期をすべて揃えた。両圃場における延べ作付け回数は年当たり4～6回であった（Table 1 & Table 2）。

2. 調査方法

サンプリング : 調査は春～秋（3月～11月）には月2回、冬（12月～2月）には月1回、実施した。毎回、O圃場とN圃場の各畝から3株を無作為に抽出した。すなわち、O圃場からは30株、N圃場からは48株を抽出した。結球を始めた成長した株では、まず、地際から株全体を切り取り、外葉から一枚ずつ切り取り、葉の表と裏を入念に調べ、株毎にコナガの3齢幼虫、4齢幼虫、コナガの繭、及びコナガサムライコマユバチ（Plate-④）（以後コマユバチと略称する）の繭の数を記録した。このとき発見されたコナガの幼虫は、寄生蜂によって寄生されているか否かを確認するため、すべて実験室に持ち帰り、ペトリ皿の中でキャベツを餌として飼育し、コナガあるいは寄生蜂を羽化させた。コナガの繭に関しても寄生の有無を確認するため、1個体ずつ試験管に入れ、コナガあるいは寄生蜂が羽化するまで25℃、14L10Dのインキュベータ内で飼育した。

3. 寄生率の算出方法

コマユバチの寄生率はコマユバチが寄生していたコナガの幼虫数を飼育した幼虫総数から糸状菌で死亡した個体数を差し引いた数で除して求めた。また、ヒメバチ *Diadromus subtilicornis* (Plate-) (以後ヒメバチと略称する)の寄生率はヒメバチが羽化脱出したコナガの蛹数を飼育した蛹の総数から糸状菌で死亡した個体数を差し引いた数で除して求めた。また、発育途中で不明の原因で死亡した個体は病死虫として扱った。病死虫率は病死個体数を飼育した総個体数からコマユバチとヒメバチが羽化したものを差し引いた数で除して求めた。

Table 1. Date of fix planting of cabbage seedling in O-field (Open culture)

Year		Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	E												
	W											24	
2001	E		19				3						10
	W					5				26			
2002	E					25					1		
	W				3				15				14
2003	E				10			27				12	
	W					22		25		18			
2004	E					1					15		
	W				1		25					27	
2005	E			30				8			4		
	W				28				9		25		

Table 2. Date of fix planting of cabbage seedling in N-field (Net house culture)

Year		Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	N						6					13	
	S			28						28			
2001	N				14					26			
	S			16			3						8
2002	N			21					15				14
	S					25				19			
2003	N					22				18			
	S				10			26				12	
2004	N				1		25				15		
	S					1						27	
2005	N			30				8			4		
	S				28				9		25		

結 果

1. コナガ個体群の季節変動

【2001年】

O圃場：前年11月に定植した西側畦（1～5）のキャベツでは、冬季（1～2月）のコナガ（3齢幼虫+4齢幼虫+蛹）の密度は株当たり1頭未満であった。コナガの密度は3月上旬から増加し始め、同下旬には株当たり3.5頭、さらに4月下旬には11.3頭に増え、ピークに達した。一方、2月19日に定植した東側畦（6～10）のキャベツでもコナガは3月上旬から増え始め5月上旬に株当たり10.1頭のピークに達した。5月5日及び9月26日に定植した西側畦、及び6月3日に定植した東側畦のキャベツではコナガの密度は高まることなく、12月末まで株当たり1頭未満であった。（Fig. 1A）

N圃場：前年11月に定植した北側畦（1～8）のキャベツではコナガの密度は2月末まで株当たり1頭内外であったが、3月上旬から急激に増加し、鋤き込み前の4月上旬には株当たり22.5頭に達した。3月16日に定植した南側畦のキャベツでは、コナガの密度は4月下旬より上がり始め5月上旬には17.7頭になりピークに達したが、5月下旬には10頭、6月上旬には2.2頭と減少した。4月14日に定植した北側畦キャベツでのコナガの密度は5月後半に2.7頭まで増加したが、それ以後は徐々に低下した。6月3日（南側畦）、及び9月26日（北側畦）に定植したキャベツではコナガの密度は12月まで2頭を超えることはなかった。（Fig. 2A）

【2002年】

O圃場：前年9月26日に定植したキャベツ（西側畦）でのコナガの発生は1月以降も少ない状態で推移し、3月末でも株当たり2頭未満であった。一方、前年12月10日に定植したキャベツ（東側畦）でのコナガの発生も1～2月は低い状態が続いたが、3月上旬より増加しはじめ、4月下旬にピーク（株当たり密度20頭弱）に達した。しかし、5月上旬には6.6頭、同下旬には1頭未満となった。4月3日（西側畦）、5月25日（東側畦）、8月15日（西側畦）、及び10月1日（東側畦）に定植したキャベツでのコナガの密度はいずれも2頭未満であった。（Fig. 1B）

N圃場：前年9月26日に定植した北側畦キャベツでの1～2月のコナガの密度は株当たり2頭未満であったが、3月前半には3.8頭まで増加した。しかし、キャベツが結球収穫期に達し、3月中旬に鋤き込んだため、その増加は中断された。鋤き込み後の3月21日に定植したキャベツ（北側畦）では4月後半からコナガは急激に増加し、5月前半には株当たり密度が19.1頭に達した。前年12月8日に定植したキャベツ（南側畦）では1～2月の間ほとんどコナガの発生は認められなかったが、3月前半から4月にかけて直線的に増加し、4月後半には株当たり36.3頭に達した。しかし、5月上旬と下旬には、株当たり密度が10.7頭と1.4頭へと激減した。5月25日に定植したキャベツ（南側畦）では7月前半に密度が3.4頭まで増加したが、それ以後は減少に転じた。8月15日（北側畦）と9月19日（南側畦）に定植したキャベツでのコナガの密度は12月後半まで1頭未満であった。（Fig. 2B）

【2003年】

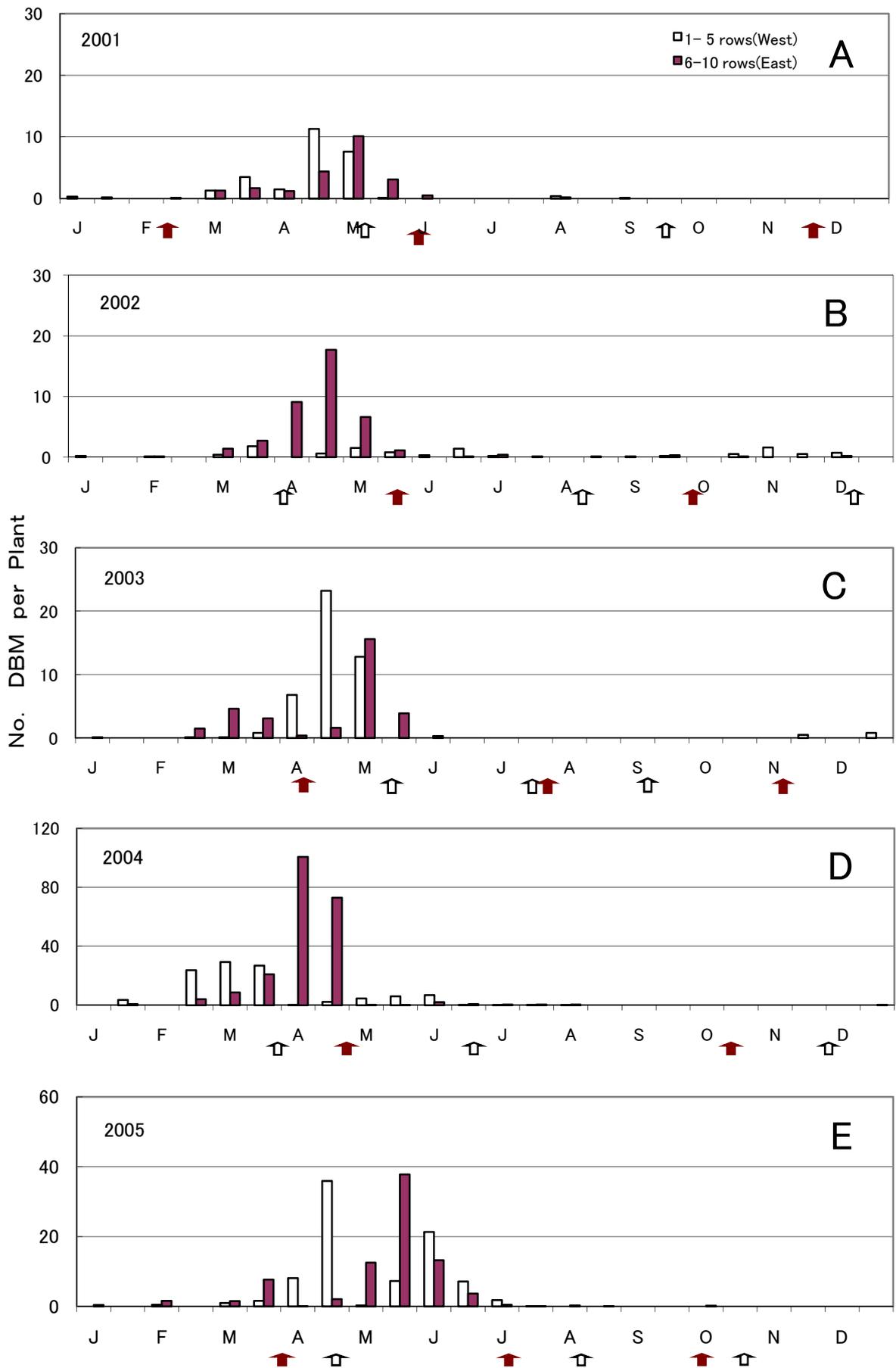


Fig. 1. Seasonal trends of diamondback moth in open culture in 2001–2005. Arrows indicate the days of fix planting in 1–5 rows. Solid arrows for 6–10 rows.

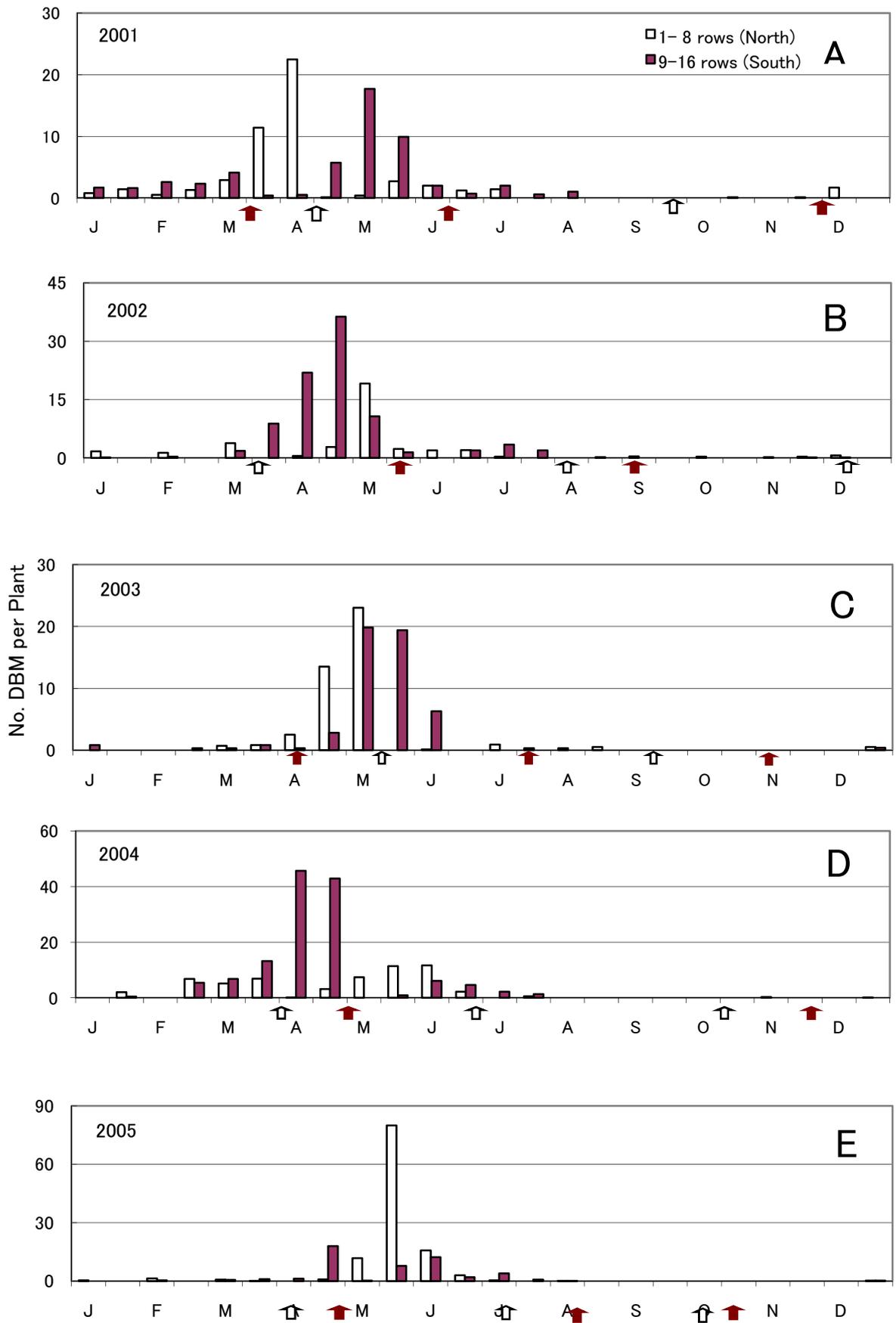


Fig. 2. Seasonal trends of diamondback moth in net house in 2001–2005. Arrows indicate the day of fix planting in 1–8 rows. Solid arrows for 9–16 rows.

O 圃場：前年 10 月 1 日に定植したキャベツ（東側畦）では 1 月～2 月前半、コナガの発生はほとんど認められなかった。その後、2 月後半～3 月には株当たり 1.5 から 4.6 頭の発生があり、増加傾向が認められたが、結球株の鋤き込みによりその増加は終息された。一方、前年 12 月 14 日に定植した西側畦のキャベツでは 3 月後半から発生が認められはじめ、急激な密度増加によって 4 月後半には株当たり 23.2 頭に達した。しかし、5 月前半には株当たり密度が 12.8 頭と半減した。4 月 10 日に定植したキャベツ（東側畦）ではコナガの密度増加がすぐに開始され、4 月後半には 1.6 頭、そして 5 月前半には約 10 倍の 12.8 頭に達した。しかし、すぐに密度の減少が始まり同月後半には株当たり密度は 3.9 頭となった。5 月 22 日（西側畦）、7 月 25 日（西側畦）、7 月 27 日（東側畦）、9 月 18 日（西側畦）、及び 11 月 12 日（東側畦）に定植したキャベツでのコナガの発生量は年内のいずれの調査時も 1 頭未満できわめて低かった。（Fig. 1C）

N 圃場：1～3 月、圃場全体のコナガの株当たり密度は 1 頭未満で発生量はきわめて少なかった。しかし、前年 12 月 14 日に定植した北側畦のキャベツでは 4 月前半から密度の増加が見られ始め、5 月前半には株当たり 23 頭にまで増加した。また、4 月 10 日に定植した南側畦でも 4 月後半から急激な密度増加が起こり、5 月前半に株当たり密度は 20 頭弱に達した。そしてこの高密度状態が 5 月後半まで維持された。しかし、6 月前半には約三分の一の 6.3 頭に激減し、同月後半には個体群はほぼ完全に衰退した。5 月 22 日（北側畦）、7 月 26 日（南側畦）、9 月 18 日（北側畦）、及び 11 月 12 日（南側畦）に定植したキャベツでのコナガの発生量は年内のいずれの調査時も 1 頭未満できわめて低かった。（Fig. 2C）

【2004 年】

O 圃場：前年 9 月に定植したキャベツ（西側畦）での 1 月の発生量は株当たり 3.5 頭であったが、2 月には約 7 倍に増加し、23.7 頭となった。3 月に入ってもやや増加し、同月前半と後半の密度はそれぞれ 29.3 頭と 26.9 頭であった。前年 11 月に定植した東側畦でのコナガの密度増加は西側畦より約一ヶ月遅れた。東側畦の 2 月後半の密度は 1.1 頭であったが、その後幾何級数的増加が 4 月前半まで続き、株あたり密度は 100.7 頭に達した。4 月後半も高密度の状態が続き、株あたり密度は 73 頭であった。4 月 1 日に定植した西側畦のキャベツでのコナガの密度は大きく増加することなく、5～6 月に株当たり 4.5～6 頭前後を推移した。5 月 1 日（東側畦）、6 月 25 日（西側畦）、及び 10 月 15 日（東側畦）に定植したキャベツでのコナガの発生量は年内のいずれの調査時も 1 頭未満できわめて低かった。（Fig. 1D）

N 圃場：前年 9 月 18 日に定植した北側畦における 1 月と 2 月のコナガの発生量はそれぞれ 2 頭と 6.8 頭で、冬季にもかかわらず増加が認められた。しかし、3 月の密度増加はほとんど観察されなかった。前年 11 月 12 日に定植したキャベツ（南側畦）では、1 月と 2 月前半、コナガの発生はほとんど認められなかったが、2 月後半に株当たり 5.4 頭が観察された。そして、3 月後半から急激な密度増加が起こり、4 月には 40 頭以上の高密度状態が続いた。4 月 1 日に定植した北側畦のキャベツではコナガの密度は 5 月後半まで緩やかに増加を続け、6 月前半に株当たり密度は 11.8 頭になった。5 月 1 日に定植した南側畦でもコナガの密度は 6 月前半に 6.1 頭まで増加したが、それ以後は漸次減少し、8 月には個体群はほとんど衰退した。6 月 25 日（北

側畦)と10月15日(北側畦)に定植したキャベツでは12月までコナガの発生はほとんど観察されなかった。た。(Fig. 2D)

【2005年】

O 圃場：前年10月15日に定植したキャベツ(東側畦)では1月から3月前半までのコナガの密度は0.4頭と1.6頭で高くなかったが、3月に入って密度は約5倍に増加し、3月後半の株当たり密度は7.7頭になった。一方、前年11月末に定植した西側畦での1~2月におけるコナガの発生量は1頭未満であった。西側畦での密度増加は3月末から4月にかけて顕著であった。4月後半の株当たり密度は35.9頭であった。3月上旬に鋤き込み、3月10日に定植した東側畦では4月後半から密度増加が始まり、5月後半には37.8頭のピークに達した。しかし、その後は暫時減少し7月前半には1頭未満となった。他方、4月28日に定植した西側畦では5月後半に7.3頭、6月前半に21.3頭と増加したが、そのあと東側畦と同様に暫時減少し7月下旬には株当たり密度は1頭未満となった。7月8日と10月4日に定植した東側畦と8月9日と10月25日に定植した西側畦のいずれも12月末までコナガの密度は1頭未満であった。(Fig. 1E)

N 圃場：前年10月15日に定植した北側畦も11月27日に定植した南側畦も共に3月末までコナガの株当たり密度は1頭未満であった。しかし、南側畦では4月に激増し、同月後半には17.9頭となった。一方、春(3月30日)に定植した北側畦では、4月には目立った密度変化は認められず、低密度の状態が続いたが、5月に入り急激に密度が上昇し、同月後半には株当たり密度は80.0頭に達した。他方、4月28日に定植した南側畦のキャベツでは5月後半に7.8頭、6月前半には12.2頭と密度は高まったが、その後は暫時減少した。7月8日と10月4日に定植した北側畦と8月9日と10月25日に定植した南側畦のいずれも12月末までコナガの密度は1頭未満であった。(Fig. 2E)

2. O圃場とN圃場におけるコナガの発生量の比較

ひとつの圃場を二分し、そこに作期をずらしてキャベツを栽培するとき、発育段階の異なる二つのグループには株の大きさと共にコナガの密度にも違いが生じる。とくに、コナガの発生量が多く、かつ、一方のキャベツの発育段階が定植後間もない時期では二つのグループの間にはコナガの密度の差は必然的に大きくなる。このため、ネットを張っていない自然のままのO圃場のコナガの発生量とネットを張ったN圃場のコナガの発生量を比較するには、定植の時期がほぼ揃っているもの同士で比べなければいけない。Fig. 3は二つの圃場の定植時期がほぼ揃っていた作期のデータを用いて、各調査日のO圃場の株当たり密度を横軸に、N圃場のそれを縦軸にとり、プロットしたものである。図中の勾配1の直線は両圃場の密度が等しい時の理論値を示し、この直線より上のプロットはネットを張った圃場の密度がO圃場より高いことを、また、直線より下のプロットはその逆を示す。2001年~2005年に得られた10組すべてのデータでO圃場とN圃場の発生量の間には正の相関関係が認められた。2000年の11月、2001年2~3月、2001年12月、2003年4月、及び2004年4月に定植したキャベツではいずれもネットを張った圃場の方が対照区(O圃場)よりも密度が高かった(Fig. 3-A,B,C,F,H)。一方、

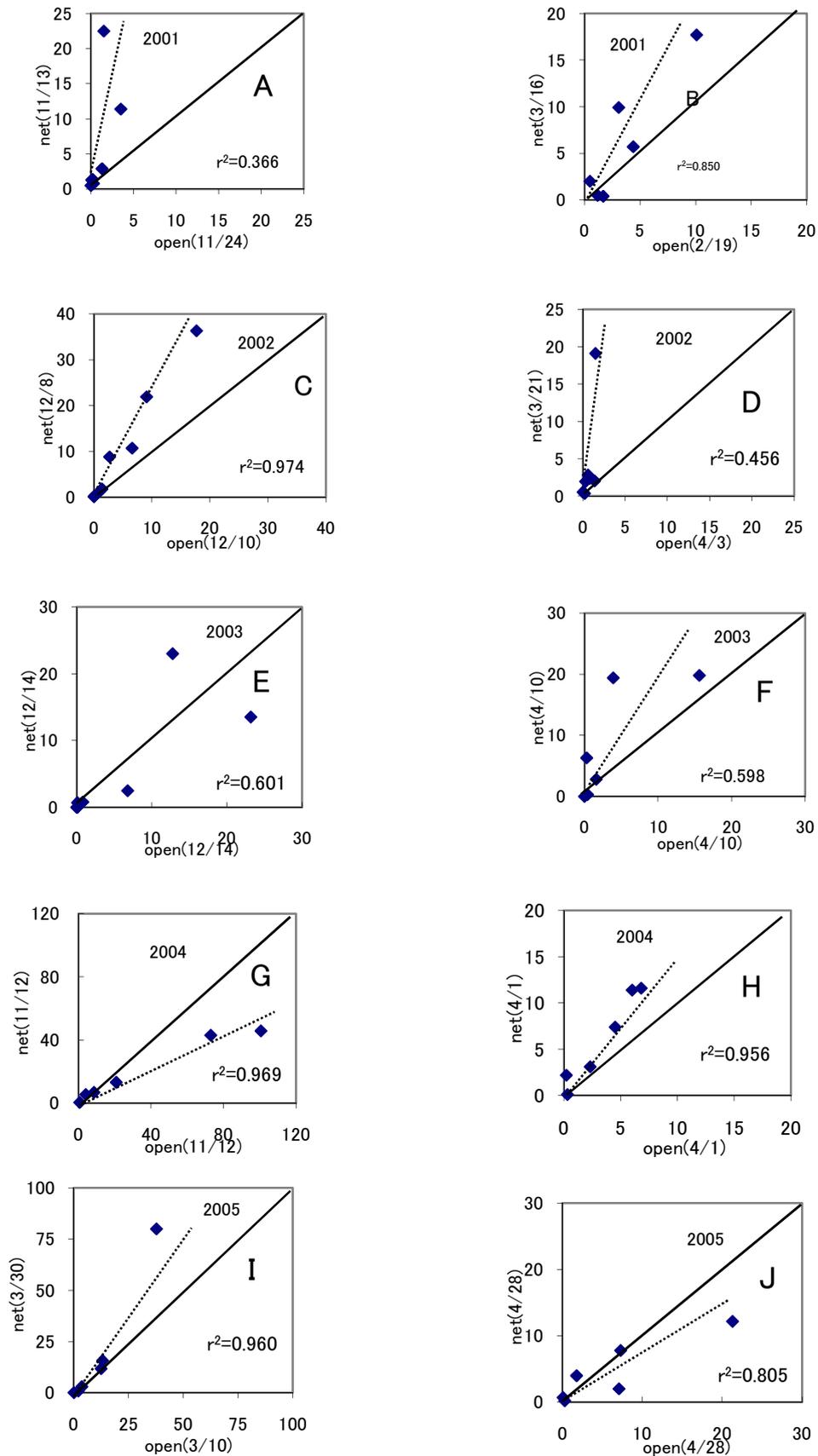


Fig. 3. Relationship between the densities of diamondback moth on cabbage plants (no. per plnt) in open culture and them in net house. Figures in parentheses show the date of fix planting of cabbage plants. Solid line indicate the same density size in both fields. Fine lines indicate the regression fitted on plots by eye.

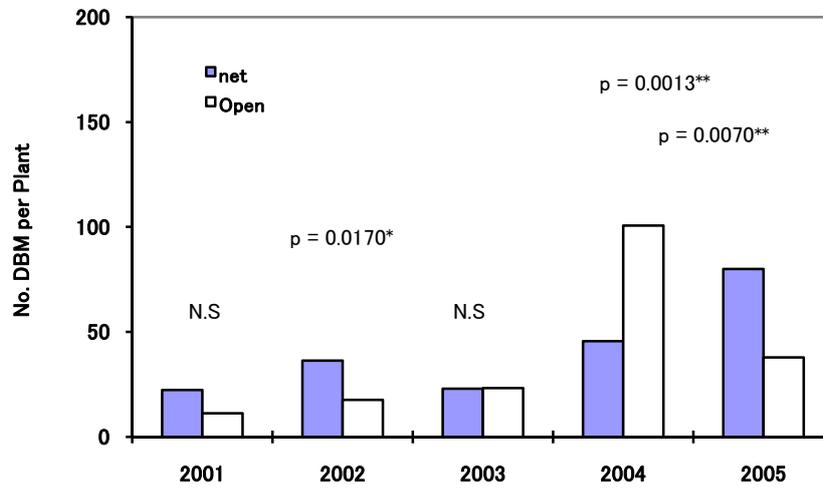


Fig. 4. Comparison of DBM densities between the cabbage open cultivated and one planted in net house with 9 mm nylon mesh. The data of the highest densities in each field were used for comparison. *P* show Mann-Whitney *U* test.

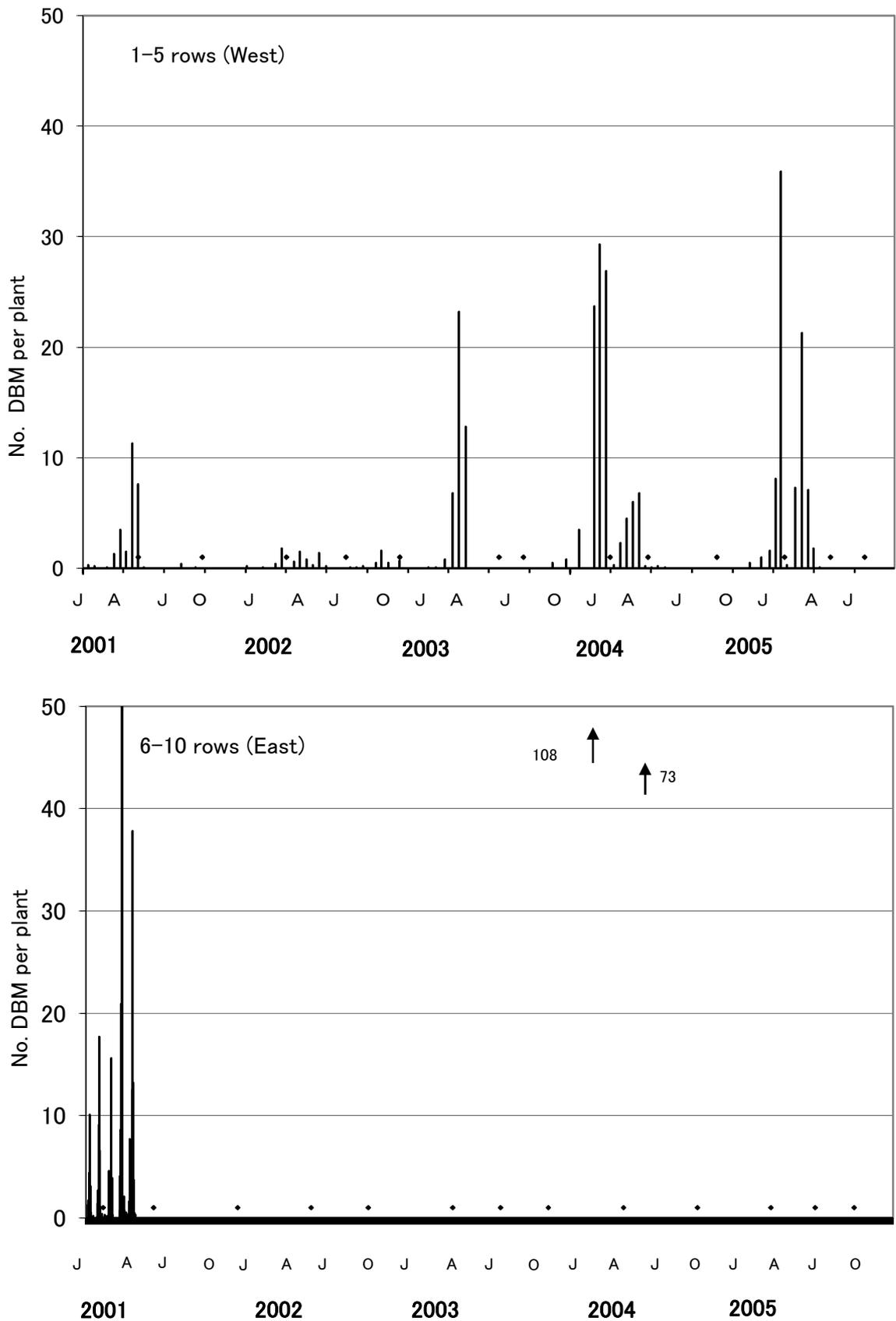


Fig. 5. Population dynamics of the diamondback moth on cabbage of the open culture from 2001 to 2005. Top is data for 1-5 rows of the field. Bottom for 6-10 rows. Reference marks in figures indicate the date of fix planting of the cabbage.

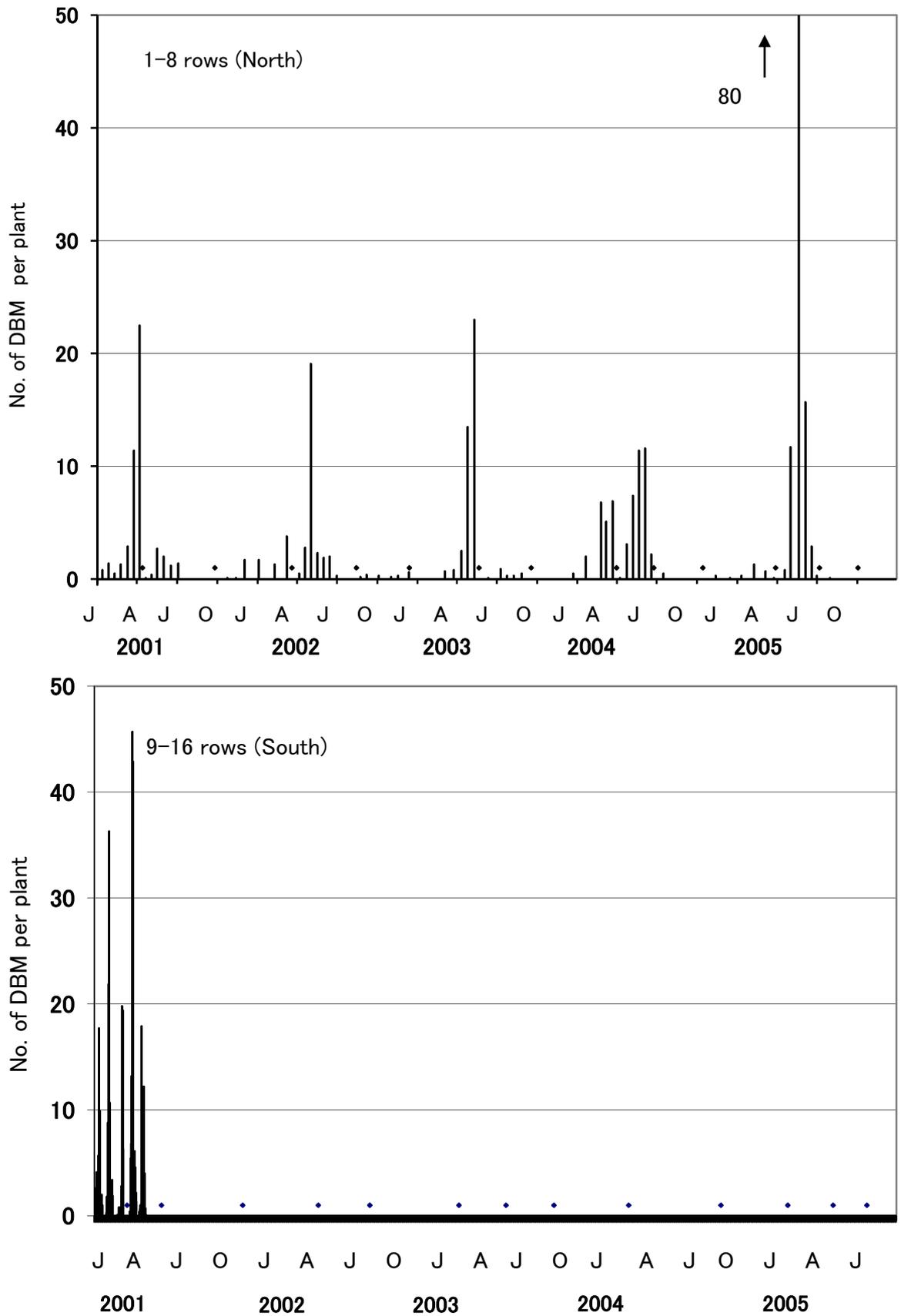


Fig. 6. Population dynamics of the diamondback moth on cabbage of the net house from 2001 to 2005. Top is data for 1-8 rows of the field. Bottom for 9-16 rows. Reference marks in figures indicate the date of fix planting of cabbage.

2003年11月と2005年4月に定植したキャベツでは逆に対照区の方がコナガの密度が高かった (Fig. 3-G,J)。また、2002年12月に定植したキャベツではプロットが直線の上下に分散しており、両圃場の間に明瞭な差がないことを示した (Fig. 3-E)。

Fig. 4は各年の調査結果のうち、それぞれの圃場でコナガの密度が最大であったときのコナガの密度をN圃場とO圃場の間で比較したものである。2001年ではO圃場の最大密度は4月21日の西側畦で見られ、そのときの13株の平均密度は11.3頭であった。一方、その年のN圃場の最大密度は4月7日の北側畦で記録され、そのときの18株の平均密度は22.4頭であった。N圃場の平均密度はO圃場のそれのほぼ2倍であったが、その差は有意ではなかった。2002年ではO圃場の最大密度は4月20日の東側畦で見られ、そのときの15株の平均密度は17.7頭であった。一方、この年のN圃場の最大密度も4月20日の南側畦で認められ、23株の平均密度は36.3頭であり、O圃場の平均密度より大きかった (P=0.0170)。2003年ではO圃場の最大密度は4月26日に、またN圃場の最大密度は5月9日にそれぞれ観察されたが両圃場の密度はともに20頭をやや上回る程度で差は認められなかった。2004年ではO圃場の最大密度は4月9日に記録され、株当たり平均密度は100.7頭であった。一方、N圃場の最大密度も4月9日に記録されたが、N圃場の平均密度は45.7頭でO圃場の半分以下で、両者の差は有意であった。2005年ではO圃場の最大密度は5月22日に観察され、平均密度は37.8頭であった。一方、N圃場の最大密度も5月22日に観察されたが、N圃場の平均密度は80.0頭でO圃場の密度の約2倍で、その差は有意であった。

3. コナガ個体群の年次変動

Fig. 5はコナガの発生量の年次変動を見るため、2001年から2005年までのO圃場の発生量を西側畦 (1-5 rows) と東側畦 (6-10 rows) に分けて示したものである。季節変動の項で記述したようにコナガ個体群の発生量は春～初夏の大きなピークと夏季の激減によって特徴付けられている。東西の畦間で発生量に違いが生じているが、これはいずれかの畦の定植時期がコナガの多発期と重なったときに大きかった。そこで、畦に関係なくその年に記録された最大密度を各年のO圃場の発生量の指標として捉えると、2001年、2002年、2003年、2004年及び2005年のコナガの株当たり最大密度はそれぞれ、11.3頭、17.7頭、23.2頭、100.7頭、及び37.8頭となる。すなわち、2001年の密度が最も低く、2004年の密度が最大で、最大は最小の約9倍であった。一方、N圃場についても同様にみると、2001年、2002年、2003年、2004年及び2005年のコナガの株当たり密度はそれぞれ、22.4頭、36.3頭、23.0頭、45.7頭、及び80.0頭である (Fig. 6)。すなわち、N圃場でも2001年の密度が最も低かったが、最大密度は2005年で記録され、それらの年の間の変動幅は3.6倍であった。なお、O圃場もN圃場も2004年と2005年の発生量は2001～2003年の発生量より多い傾向にあった。

4. 寄生蜂個体群密度の季節変動

本研究ではコナガの寄生蜂としてコナガサムライコマユバチ *Cotesia plutellae*, *Diadromus subtilicornis*, *Oomyzus sokolowskii*, *Diadegma* sp., *Itoplectis* sp. 及び、未同定の数種

の一次寄生蜂と二次寄生蜂が認められた。このうち、コナガサムライコマユバチと *Diadromus subtilicornis* の二種が主要寄生蜂として高い頻度で観察されたので、本稿ではこれら二種についてその発生経過とコナガに対する寄生率の季節変動を詳しく記述する。

(1) 幼虫寄生蜂コナガサムライコマユバチ個体群の季節変動

8月から翌年の2月までコナガの幼虫の個体数が著しく少なく、コマユバチの寄生はほとんど認められなかった。このため、コマユバチの密度の消長は3月～7月についてのみ示した(Fig. 7、Fig.8)。コマユバチの季節的な発生パターンはO圃場とN圃場の間でほとんど差は認められなかったが、年により発生量と季節的な発生パターンは大きく変化したので、以下、年ごとに発生消長の概略を記述する。

【2001年】

O圃場：コマユバチの寄生3月24日に採集したコナガの幼虫から始めて確認された。4月下旬まで個体数の増加は小さかった。5月4日のサンプルからは株当たり2.2頭のコマユバチが羽化した。その後、密度は徐々に減少し、6月上旬に0.3頭、同下旬には0頭となった。(Fig. 7A)

N圃場：コマユバチの寄生は4月上旬～7月下旬に認められた。発生のピークは5月上旬で、このときの密度は株当たり3.4頭であった。(Fig. 8A)

【2002年】

O圃場：コマユバチの寄生3月23日に採集したコナガの幼虫から始めて確認された。4月上旬の密度は株当たり0.3頭で低かったが同下旬には急激な密度増加が認められ、3.4頭に達した。しかし、5月上旬には0.7頭と減少し、その後徐々に密度が低下した。7月上旬までわずかではあったがコマユバチの羽化は観察された(Fig.7B)

N圃場：3月下旬からコマユバチの寄生が認められはじめた。4月上旬には0.7頭に過ぎなかったが、同下旬には3.9頭に増加した。その後、漸減したが、7月末まで認められた。(Fig. 8B)。

【2003年】

O圃場：3月上旬からコマユバチの寄生が確認されたが、4月下旬まで密度の増加はほとんどなかった。5月上旬急激に増加し、株当たり密度3.3頭となった。同下旬にもまだ2.1頭と密度が維持されていたが、6月上旬にはほとんど見られなくなった(Fig.7C)。

N圃場：4月下旬にこの年初めて確認され、株当たり密度は0.4頭であった。すぐに密度の増加が始まり、5月上旬には3.7頭、同下旬には9.4頭まで増加した。6月上旬にも3.3頭が観察されたが、同下旬～7月には1頭未満に減少した。(Fig. 8C)。

【2004年】

O圃場：3月上旬に株当たり密度は0.6頭、同下旬には1.8頭と増加し、例年になくコマユバチの活動が早くから始まった。4月上旬～下旬にかけて株当たり密度は9.5～12.3頭で高密度の状態が続いた。しかし、5月上旬には急激な密度低下が観察され、以後6月上旬まで2頭内外の状態が続いた(Fig. 7D)。

N圃場：3月上旬から観察された。3月の密度は1頭未満で推移したが、4月上旬急激に増加し、株当たり密度は5.6頭となった。その後も密度は増加し、4月下旬には7.1頭となった。

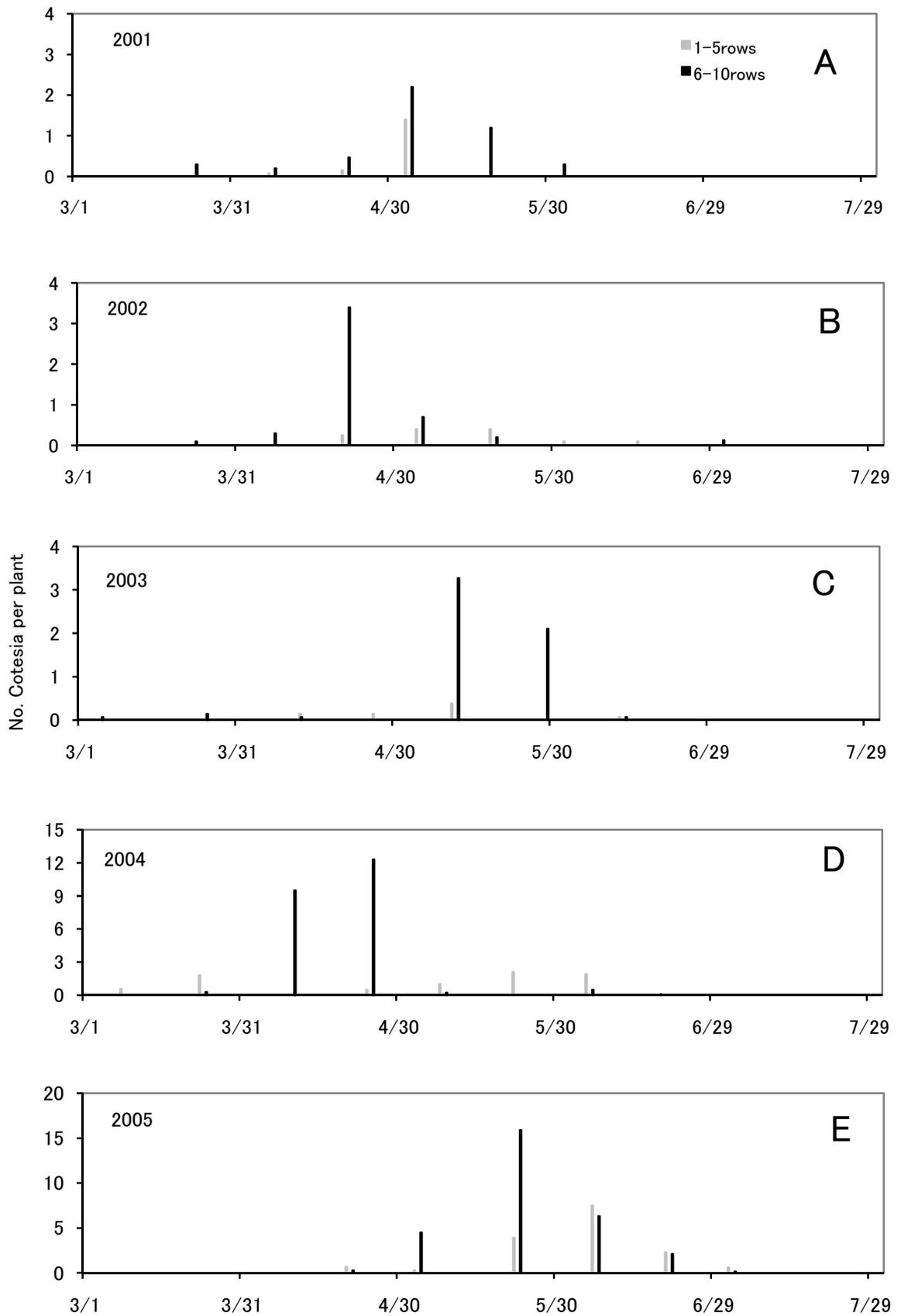


Fig. 7. Population dynamics of the *Cotesia plutellae* on the cabbage of the open culture (O-field) from 2001 to 2005.

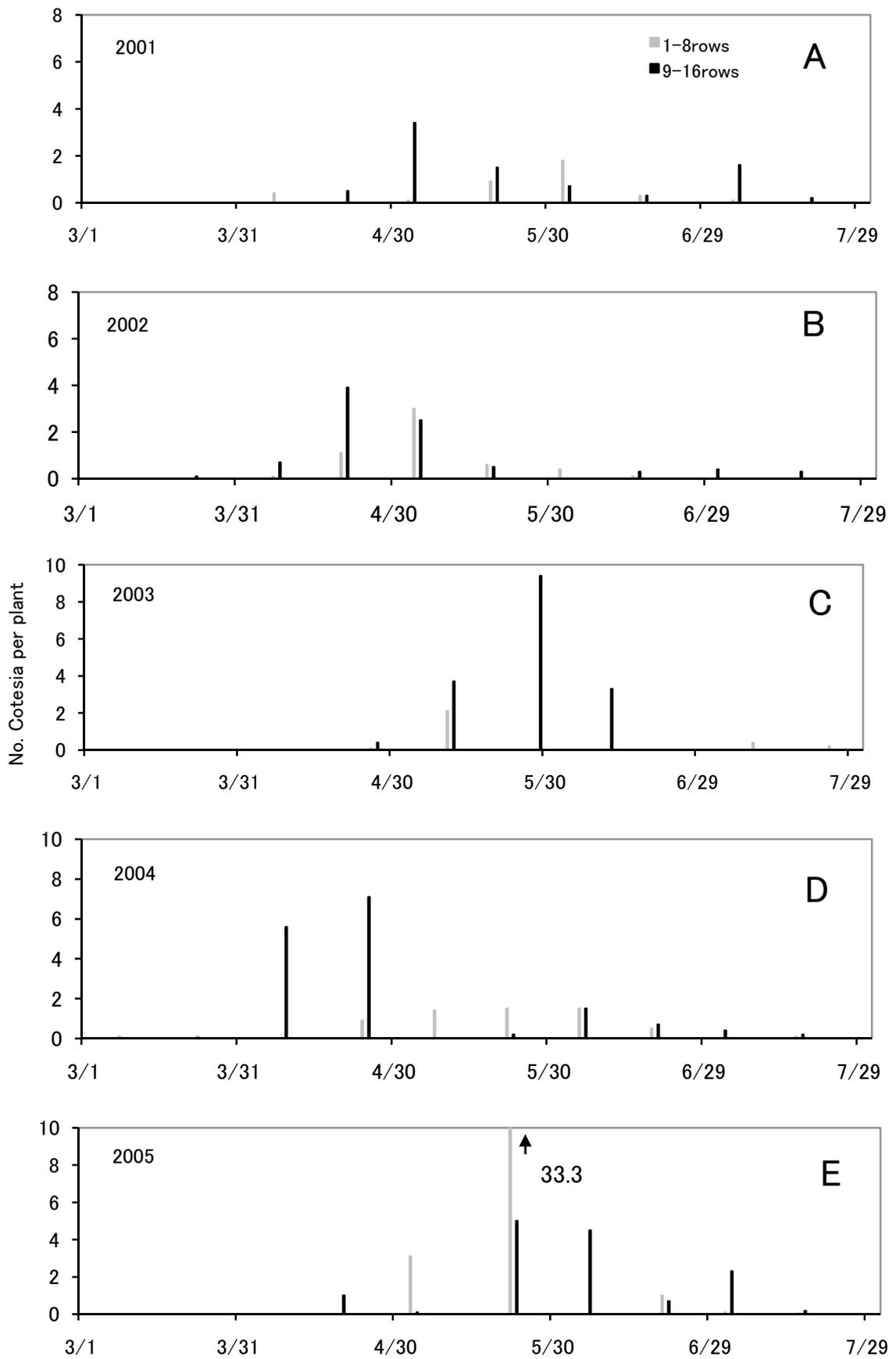


Fig. 8. Population dynamics of the *Cotesia plutellae* on the cabbage planted in net house from 2001 to 2005.

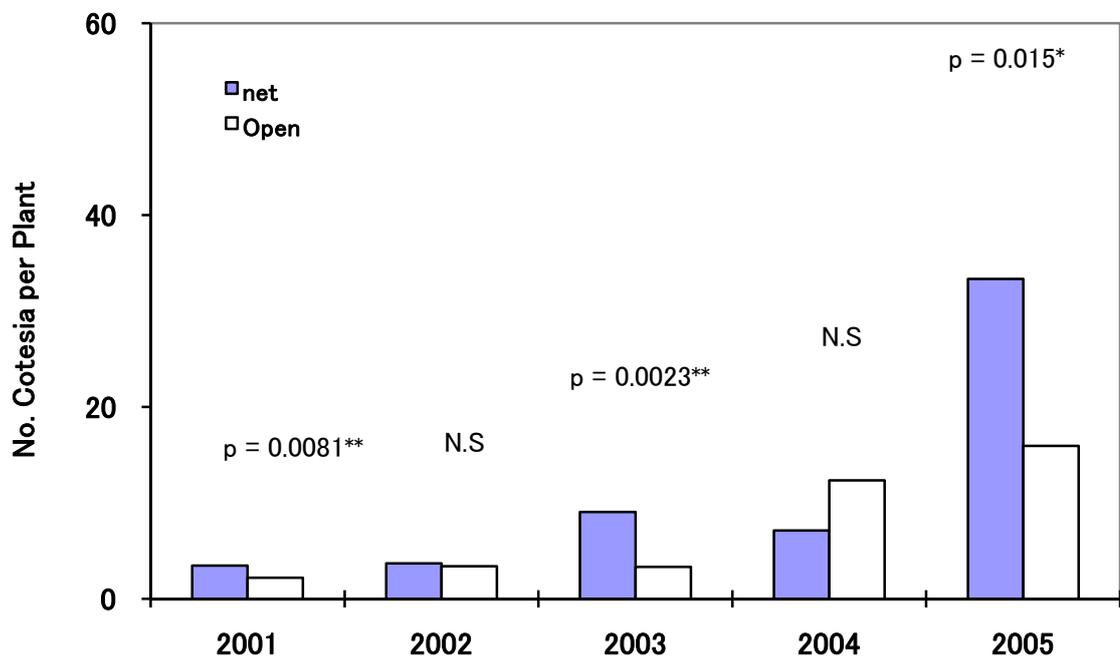


Fig. 9. Comparison of *Cotesia* densities between the Open field and the Net house field. The highest densities of the *Cotesia* in each habitat in each year were used for comparison. *P* shows Mann–Whitney *U* test.

以後は株当たり 2 頭未満の状態が 7 月まで続いた。(Fig. 8D)。

【2005 年】

O 圃場：4 月上旬まで発生を確認できなかった。4 月下旬から密度の増加があり 5 月 22 日の調査では株当たり密度は 15.9 頭でピークに達した。以後、6 月上旬に 7 頭前後、同下旬には 2 頭前後と漸減した。(Fig. 7E)。

N 圃場：4 月下旬から観察され始め、すぐに密度は高まった。5 月上旬 3.1 頭に過ぎなかったが、同下旬には 33.3 頭まで増加した。6 月上旬の 4.5 頭、7 月上旬の 2.3 頭と漸次減少した (Fig. 8E)。

Fig. 9 は N 圃場と O 圃場のコマユバチのピーク時の密度を年別に比較したものである。まず、N 圃場についてみると、株当たり密度は 2001 年の 3.5 頭から 2005 年の 33.3 頭まで大きく変動しており、変動幅は 9.7 倍であった。O 圃場でも最小値 2.2 (2001 年) と最大値 15.9 (2005 年) の変動幅は大きく、7.3 倍であった。次に N 圃場と O 圃場のコマユバチの密度を比較すると、2001 年、2003 年、及び 2005 年の N 圃場の密度は O 圃場の 1.5 倍～2.7 倍で、有意差が認められた。

(2) 蛹寄生蜂 *Diadromus subtilicornis* 個体群の季節変動

8 月から翌年の 2 月まで寄主であるコナガの蛹の個体数が著しく少なかったので、Fig. 10 と Fig.11 には 3 月～7 月の結果のみを示した。ヒメバチの季節的な発生パターン O 圃場と N 圃場の間でほとんど差は認められなかった。しかし、年による発生量の変動は大きかったので、以下、年別、圃場別に発生消長の概略を記述する。

【2001 年】

O 圃場：発生は 4 月上旬から 6 月上旬にかけて認められた。4 月上旬から同下旬にかけて急激な密度の増加が認められた。4 月上旬の西側畦の株当たり密度は 0.1 頭に過ぎなかったが同下旬の密度は 2.8 頭であり、この間の増殖率は 28 倍であった。高密度の状態は 5 月上旬まで続いたが、5 月下旬には約二分の一に密度が低下した (Fig. 10A)。

N 圃場：3 月下旬から 7 月上旬まで発生が認められた。南側畦 (9-16 畦) の 4 月下旬、5 月上旬、5 月下旬の株当たり密度はそれぞれ 0.8、1.5、2.4 頭であった。4 月下旬から 5 月下旬にかけての増加率は 3 倍であった (Fig. 11A)

【2002 年】

O 圃場：4 月下旬に株あたり 1 頭の寄生が観察されるまでヒメバチの寄生は全く認められなかった。5 月上旬の密度は株当たり 1.9 頭で、この年はこれが最大密度であった。7 月上旬まで密度は低かったが寄生蜂は観察された (Fig.10B)

N 圃場：3 月下旬から 7 月下旬まで発生が認められた。3 月下旬から 5 月上旬にかけてだんだん増加し、5 月上旬のピーク時の密度は株当たり 3.5 頭に達した。その後、急速に密度の低下が認められた。6 月上旬と下旬には全く認められなくなったが、7 月に入り再度観察された。7 月上旬と下旬の密度は株当たり 0.8 頭と 0.5 頭であった (Fig. 11B)。

【2003 年】

O 圃場：ヒメバチの発生は 4 月中旬から 5 月下旬にかけてのみ観察された。4 月下旬～5 月上

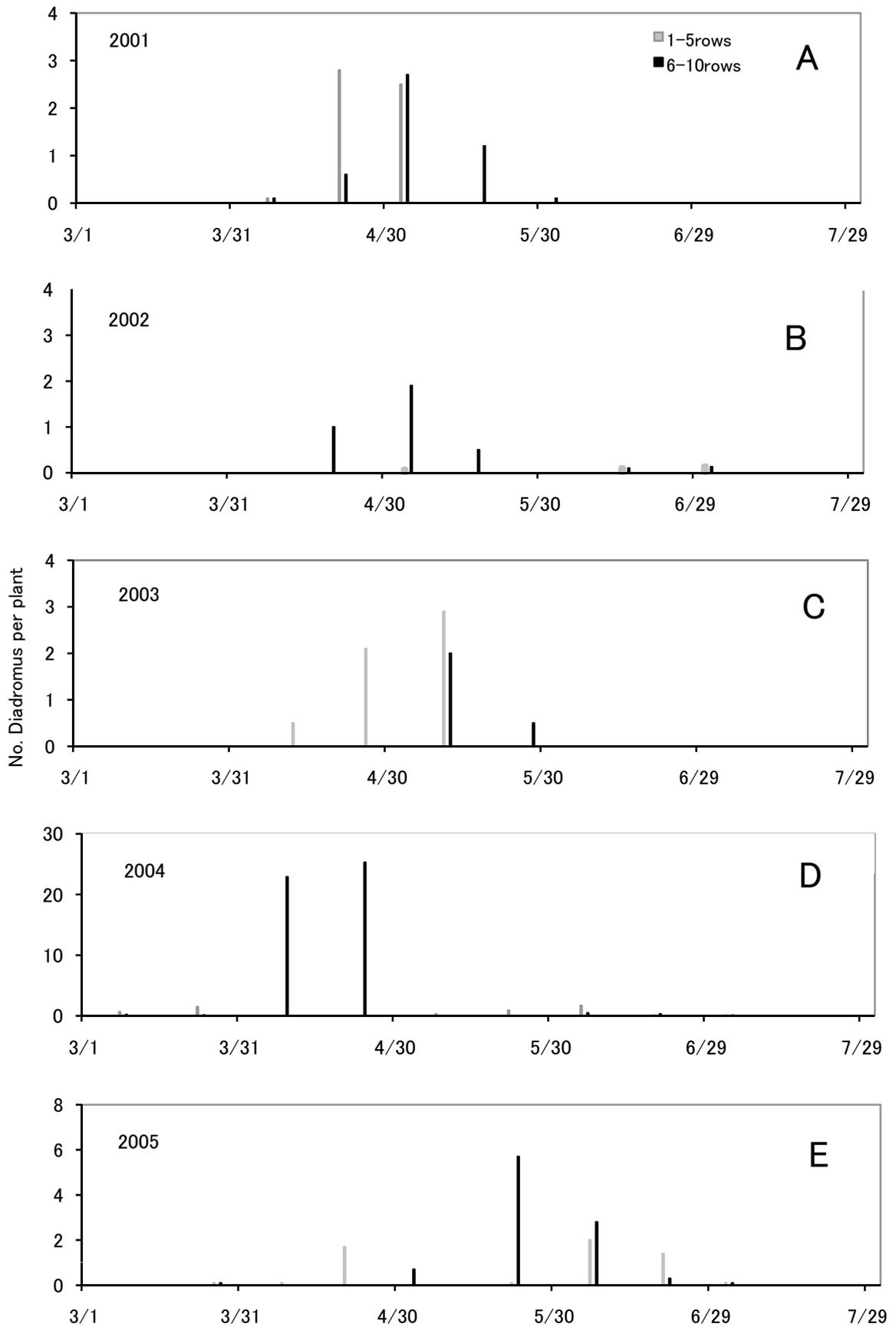


Fig. 10. Population dynamics of the *Diadromus subtilicornus* on the Open cabbage fields from 2001 to 2005.

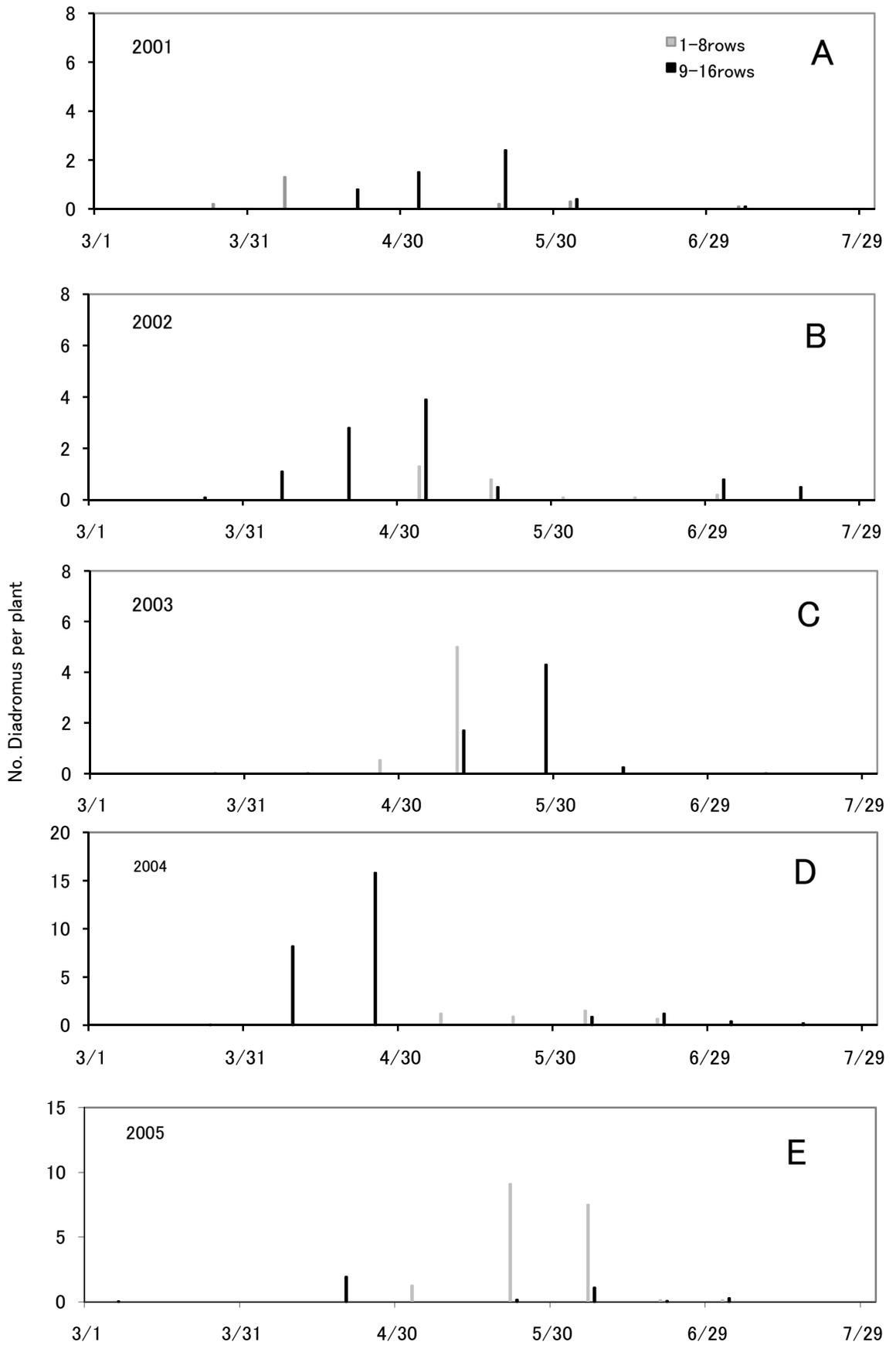


Fig. 11. Population dynamics of the *Diadromus subtilicornus* on the cabbage fields in the net house from 2001 to 2005.

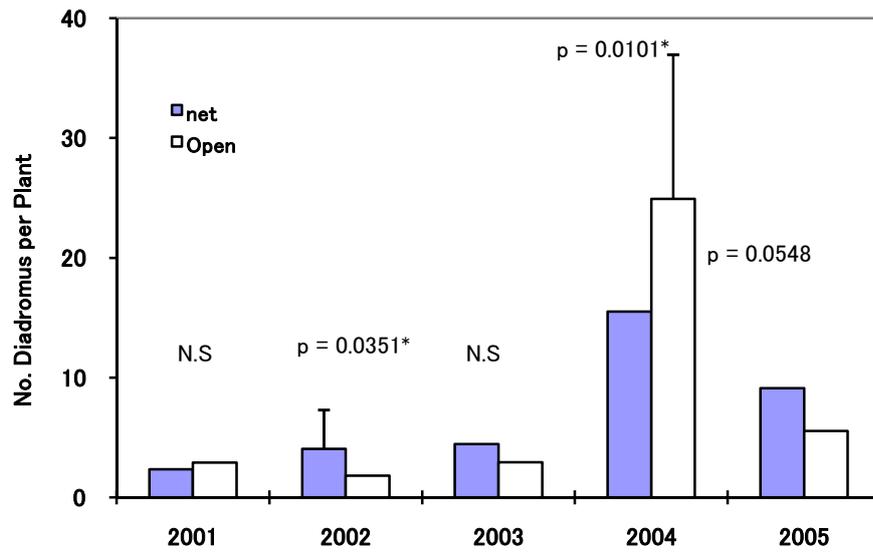


Fig. 12. Comparison of *Diadromus* densities between the Open field and the net house field. The highest density in each habitat in each year were used to compare the *Diadromus* densities. *P* shows Mann-Whitney *U* test.

旬が発生のピークであり、株当たり密度は2~3頭であった (Fig.10C)。

N 圃場：4月上旬までほとんど観察されなかった。4月下旬から5月上旬にかけて約9倍に増加し、株当たり密度は5頭になった。5月下旬まで高密度の状態が続いたが、6月上旬には激減した (Fig.11C)。

【2004年】

O 圃場：3月上旬から7月上旬まで発生が認められた。3月下旬から4月上旬にかけて約15倍の増加が認められた。4月の間ずっと高密度の状態が続き、株当たり密度は22.9~25.3頭であった。その後、5月には、株当たり1頭内外に減少したが、6月にはわずかな増加が認められた (Fig. 10D)。

N 圃場：3月下旬から7月下旬まで発生が認められた。O圃場と同様に3月下旬から4月上旬にかけて密度の急激な増加が認められた。4月上旬以降も増加し、4月下旬には株当たり密度が15.8頭に達した。5月には急激な密度の低下が認められたが、7月末まで株当たり1頭前後の発生が続いた (Fig. 11D)。

【2005年】

O 圃場：3月下旬から7月上旬まで発生が認められた。4月下旬、西側畦 (1-5列) では株当たり1.7頭のヒメバチが羽化したが、4月末の植え替えのため、5月上旬に激減した。東側畦 (6-10列) では5月上旬から同下旬にかけて急激な密度の増加が認められ、株当たり5.7頭に達した。その後、6月上旬、同下旬にかけて、ヒメバチの密度は漸減した (Fig.10E)。

N 圃場：4月下旬から7月上旬まで発生が認められた。発生ピークは5月下旬~6月上旬で、そのときの密度は株当たり9.1頭と7.5頭であった (Fig. 11E)。

Fig. 12はN圃場とO圃場のヒメバチのピーク時の密度を年別に比較したものである。まず、N圃場についてみると、株当たり密度は2001年の2.3頭から2004年の15.5頭まで変動しており、最大と最小の変動幅は6.7倍であった。一方、O圃場での最小値1.8 (2002年) と最大値24.9 (2004年) の変動幅は13.8倍に達した。次にN圃場とO圃場のヒメバチの密度を比較すると、2002年はN圃場の方が高かったが、2004年は逆にO圃場の方が高かった。2001年、2003年及び2005年に関しては有意な差は認められなかった。

5. 病死虫数の季節変動

糸状菌に感染し、飼育中に死亡する個体が発生した。とくにコナガの密度が高くなった4月上旬~5月に多く認められた。Fig. 13とFig.14はO圃場とN圃場の、3月~7月の結果を示したものである。病死虫の発生頻度の季節的消長はO圃場とN圃場の間でほとんど差は認められなかった。以下、年別、圃場別に発生消長の概略を記述する。

【2001年】

O 圃場：発生は4月下旬と5月上旬に集中した。コナガの密度が低かったため、株当たり死亡個体数も2頭未満であった (Fig. 13A)。

N 圃場：5月上旬と下旬に多く認められた。株当たりの死亡個体数は5頭と4.1頭であった (Fig.

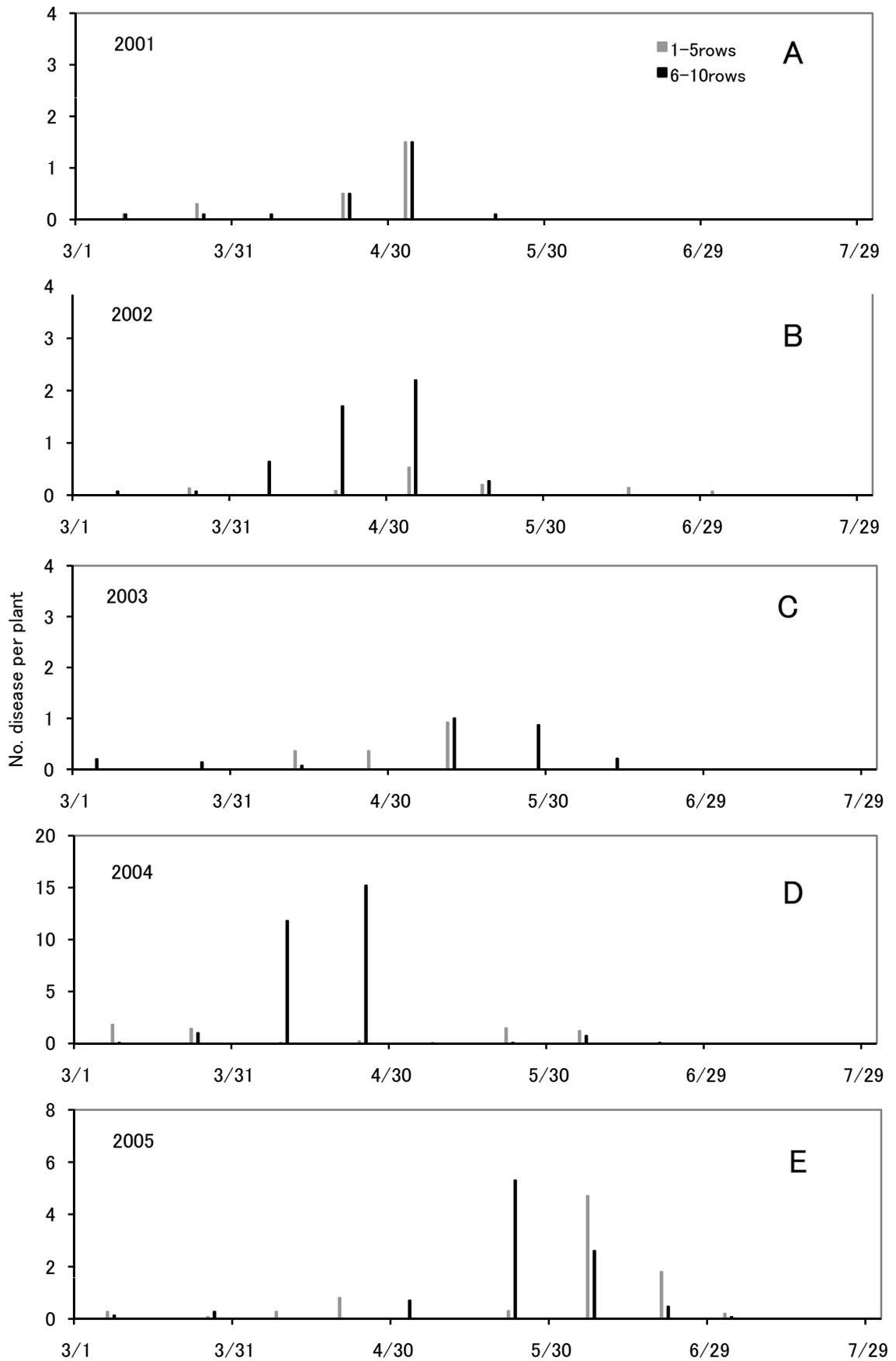


Fig. 13. Seasonal occurrence of the DBM infected by fungus disease on cabbage of the open culture from 2001 to 2005.

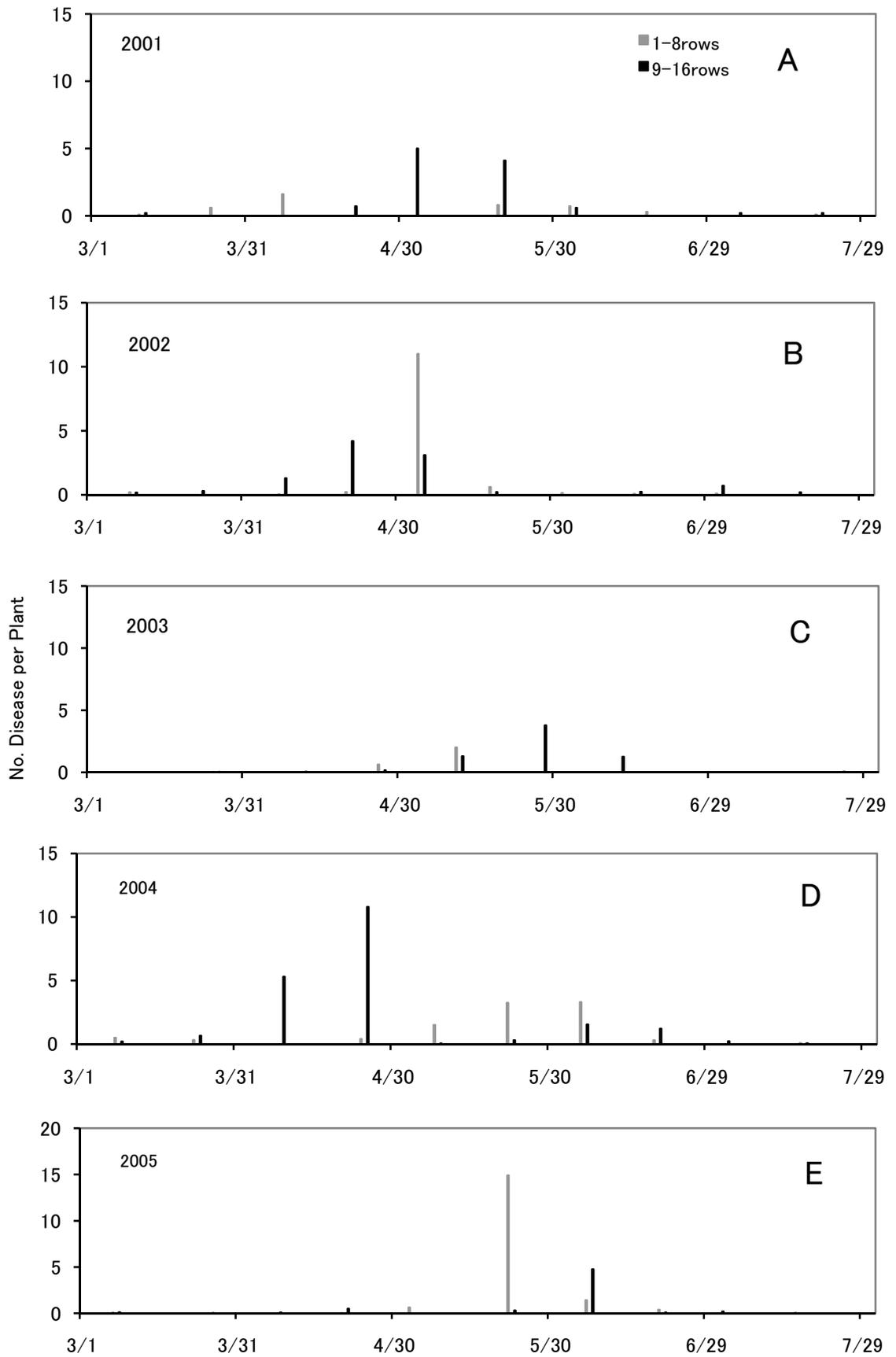


Fig. 14. Seasonal occurrence of the DBM killed by fungus disease on cabbage in the net house from 2001 to 2005.

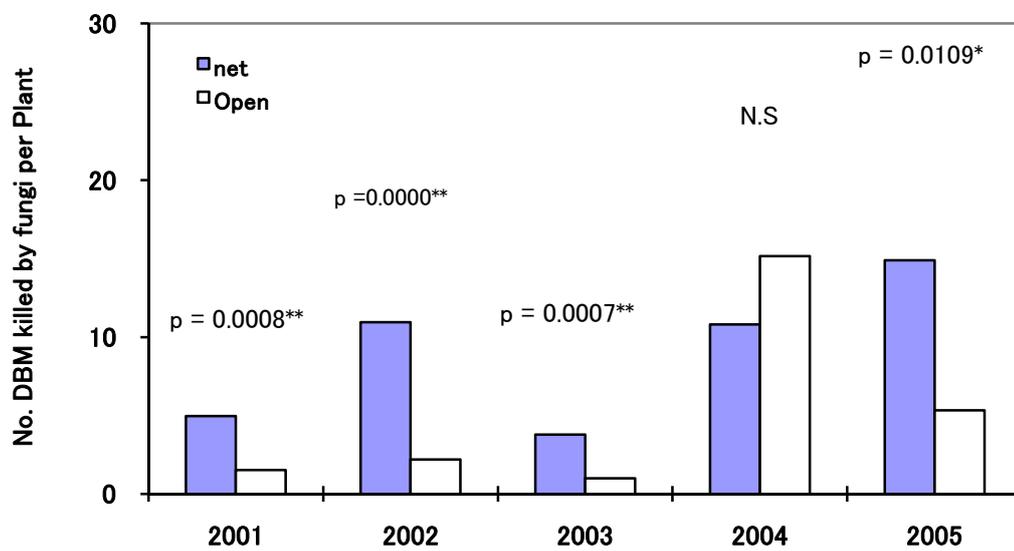


Fig. 15. Comparison of no. of the DBM killed by fungus disease between the Open field and the net house field. The highest density in each habitat in each year were used to compare them.

14A)

【2002年】

O 圃場：4月下旬と5月上旬に病気で死亡する個体が多く認められた。しかし、密度は株当たり2頭前後であった (Fig. 13B)

N 圃場：病死虫は4月上旬から少しずつ増加し、5月上旬に株当たり10頭前後となった。しかし、その後は1頭未満で推移した (Fig. 14B)。

【2003年】

O 圃場：病死虫は3月上旬から6月上旬にかけて認められたが、その発生頻度は低かった。5月上旬のピーク時でも1頭前後であった (Fig.13C)。

N 圃場：3月下旬から6月中旬まで発生が認められたが、O圃場と同様に発生頻度は低かった。ピーク時は5月下旬で、そのときの発生密度は4頭弱であった (Fig. 14C)。

【2004年】

O 圃場：3月上旬から6月上旬まで発生が認められた。4月上旬と下旬の発生数が最も高く、株当たり病死個体数は11.8頭と15.2頭であった (Fig. 13D)。

N 圃場：3月上旬から7月下旬まで発生が認められた。O圃場と同様に4月上旬と4月下旬に病死虫数はとくに多かった。4月末の株当たり密度は10.8頭であった (Fig. 14D)。

【2005年】

O 圃場：3月上旬から7月上旬まで発生が認められた。5月下旬と6月上旬に特に多く、5頭前後の病死虫が発生した (Fig. 13E)。

N 圃場：3月上旬から7月下旬まで発生が認められたが、5月下旬と6月上旬以外の発生量は低かった。5月下旬の発生量は特に多く、株当たり密度は14.9頭であった。引き続き6月上旬の発生量は4.8頭であった (Fig. 14E)。

Fig. 15はN圃場とO圃場の病死虫のピーク時の密度を年別に比較したものである。まず、N圃場についてみると、株当たり密度は2003年の3.8頭から2005年の14.9頭まで変動しており、最大と最小の変動幅は4倍であった。一方、O圃場での最小値1.0(2003年)と最大値15.2(2004年)の変動幅は15.2倍に達した。次にN圃場とO圃場の病死虫の発生数を比較すると、2004年を除きいずれの年もN圃場はO圃場を上回った。2004年はO圃場の方が株当たり平均発生数は多かったが、有意差は認められなかった。

6. 寄生蜂及び糸状菌の寄主コナガに対する寄生率

(1) コナガサムライコマユバチの寄生率の季節変動

すでに述べたように8月から翌年の2月までコナガの個体数が著しく少ないので、Fig. 16～Fig.20には3月～7月におけるコナガの密度と寄生率の消長を示した。以下、年別、圃場別にコナガの密度とコマユバチの寄生率の季節的消長を記述する。

【2001年】

O 圃場：前年の11月に定植したキャベツではコナガの幼虫密度は4月下旬にピークに達し、

株当たり 3 頭強まで増加したが寄生率は 1%未満であった。5 月上旬、コナガの密度は株当たり 3 頭とわずかに低下したが、このときのコマユバチの寄生率は 50%に上昇した (Fig. 16-A)。2 月 19 日に定植したキャベツでは、コナガの密度は 4 月 21 日まで 2 頭未満で低かったが、5 月上旬に 4 頭まで増加した。寄生率は 1 1 月定植のキャベツの場合と同様に 5 月上旬に高まり 61%に達した。5 月下旬以降はコナガの密度は低下し、寄生率は 0~100%と大きく振れた (Fig.16-B)

N 圃場：前年の 1 1 月に定植したキャベツではコナガの幼虫密度は 4 月上旬にピークに達し、株当たり 16 頭強まで増加したが寄生率は 1%未満であった。5 月上旬以降、株当たり 2 頭未満のコナガに対して 50~60%の寄生率を示した (Fig. 16-C)。3 月 16 日に定植したキャベツでは、コナガの密度は 4 月上旬まで低い状態が続いたが、4 月 21 日に 4 頭、5 月 3 日に 12 頭と増加した。コマユバチの寄生率は 4 月 21 日に 15%であったが、コナガ密度のピーク時である 5 月 3 日には 39%まで上昇した (Fig. 16-D)。

【2002 年】

O 圃場：前年 9 月に定植したキャベツではコナガの密度は 3 月下旬に株当たり 1 頭まで増加したが、寄生率は 0%のままであった。4 月 3 日に定植したキャベツではコナガの幼虫密度は少しずつ増え、5 月上旬に 1 頭強まで達した。このコナガのピーク時のコマユバチの寄生率は 50%であった (Fig. 17-A)。前年の 12 月に定植したキャベツでは 3 月始めからコナガの密度は少しずつ上昇し、4 月下旬にピークに達し、株当たり 9 頭強まで増加した。この発生量ピーク時の寄生率は 33%であった (Fig. 17-B)。

N 圃場：3 月 21 日に定植したキャベツではコナガの密度は 4 月上旬から増えはじめ 5 月上旬にピークに達し、株当たり 13 頭となった。コマユバチの寄生率は 4 月 7 日に 20%、同下旬に 42%と上昇し、コナガ幼虫密度のピーク時の 5 月上旬には 38%であった (Fig. 17-C)。前年の 12 月に定植したキャベツでは、コナガの密度は 3 月上旬から直線的に増加し、4 月 20 日にピークに達し、株当たり 19 頭にまで増えた。このときのコマユバチの寄生率は 19%であった。5 月上旬、コナガの密度は 1 頭に激減したが、このときの寄生率は 83%であった (Fig. 17-D)。

【2003 年】

O 圃場：前年 12 月に定植したキャベツではコナガの密度は 3 月下旬から増加し始め 4 月下旬~5 月上旬に株当たり 7~8 頭にまで増加したが、寄生率は 6%程度までしか上がらなかった (Fig. 18-A)。一方、4 月 11 日に定植したキャベツではすぐにコナガの増加が始まり、5 月 11 日にはピークに達し、株当たり 10 頭となった。このコナガの密度ピーク時の寄生率は 26%であった。寄生率はその後さらに上昇し、5 月下旬に 75%になったが、このときのコナガの密度は株当たり 1 頭とすでに減少していた (Fig. 18-B)。

N 圃場：前年 12 月に定植したキャベツではコナガの密度は 3 月下旬から増加し始め 5 月上旬に株当たり 13 頭まで増加しピークに達した。コマユバチの寄生はこのとき初めて観察され、寄生率は 16.6%であった (Fig. 18-C)。一方、4 月 11 日に定植したキャベツでも 5 月 11 日にコナガの密度は株当たり 16 頭とピークに達した。このときの寄生率は 22%であった。5 月下

旬にはコナガの密度は株当たり 6 頭と半分以下に低下したが、コマユバチの寄生率は 61%を示した (Fig. 18-D)。

【2004 年】

O 圃場：前年 9 月に定植したキャベツではコナガの密度が 3 月上旬に株当たり 14 頭、同下旬には 16 頭と高い状態がつづいた。コマユバチの寄生は 3 月上旬にわずかに認められたが、同下旬には 11%の寄生率が観察された。4 月はじめに定植したキャベツでは、コナガの密度は 4 頭未満の低い状態が 6 月上旬までつづいたが、この間のコマユバチの寄生率は 20~50%であった (Fig. 19-A)。一方、11 月に定植したキャベツでは 4 月上旬にコナガの密度は株当たり 63 頭と急激に増加した。コマユバチの寄生率は 4 月上旬には 16%、同下旬には 28%まで高まった (Fig. 19-B)。

N 圃場：4 月はじめに定植したキャベツでは 6 月上旬まで株当たり 3~6 頭の状態が続いた。コマユバチの寄生率は 4 月下旬~6 月上旬まで 22%~34%で安定していた (Fig. 19-C)。前年 11 月に定植したキャベツでは 3 月下旬にコナガの密度はすでに株当たり 9 頭となっていたが、コマユバチの寄生はほとんど認められなかった。コナガの密度は 4 月上旬、ピークに達し、株当たり 31 頭に増加し、そのあと 4 月下旬に 17 頭とやや減少したが、この期間のコマユバチの寄生率は 20 数%であった (Fig. 19-D)。

【2005 年】

O 圃場：前年 11 月に定植したキャベツではコナガの密度は 3 月末まで株当たり 1 頭前後で推移したが、4 月に入り 7 頭、同下旬には 15 頭と増加が認められた。しかし、これらのコナガへのコマユバチの寄生は非常に少なかった。4 月下旬に定植したキャベツではコナガの密度は 5 月下旬 7 頭、6 月上旬 15 頭と増加したが、これらのコナガに対するコマユバチの寄生率は 55%と 50%であった (Fig. 20-A)。3 月 30 日に定植したキャベツでのコナガの密度は 5 月上旬 10 頭、同下旬 19 頭と増加した。この密度上昇期のコナガに対するコマユバチの寄生率は 40%と 55%であった (Fig. 20-B)。

N 圃場：3 月 30 日に定植したキャベツでのコナガの密度増加は 5 月に入ってから認められ、上旬の密度は 7 頭、同下旬の密度は 50 頭に達した。これらのコナガに対するコマユバチの寄生率は 45%と 66%であった (Fig. 20-C)。11 月に定植したキャベツではコナガの密度の増加は 4 月上旬までほとんど認められなかったが、4 月下旬に密度が高まり株当たり 11 頭となった。このコナガに対するコマユバチの寄生率は 9%であった (Fig. 20-D)。4 月 28 日に定植したキャベツでのコナガの発生は 5 月下旬と 6 月上旬に認められた。共に、株当たり密度は 7 頭であったが、これらのコナガに対する寄生率は 72%と 63%であった (Fig. 20-D)。

(2) 蛹寄生蜂ヒメバチ *Diadromus subtilicornis* の寄生率の季節変動

Fig. 21~Fig.25 には 3 月~7 月におけるコナガの蛹密度とそれに対するヒメバチの寄生率の消長を示した。以下、年別、圃場別にコナガの密度とヒメバチの寄生率の季節的消長を記述する。

【2001 年】

O 圃場：前年の 1 1 月に定植したキャベツでは 3 月下旬にコナガの蛹密度が株当たり 2.5 頭で

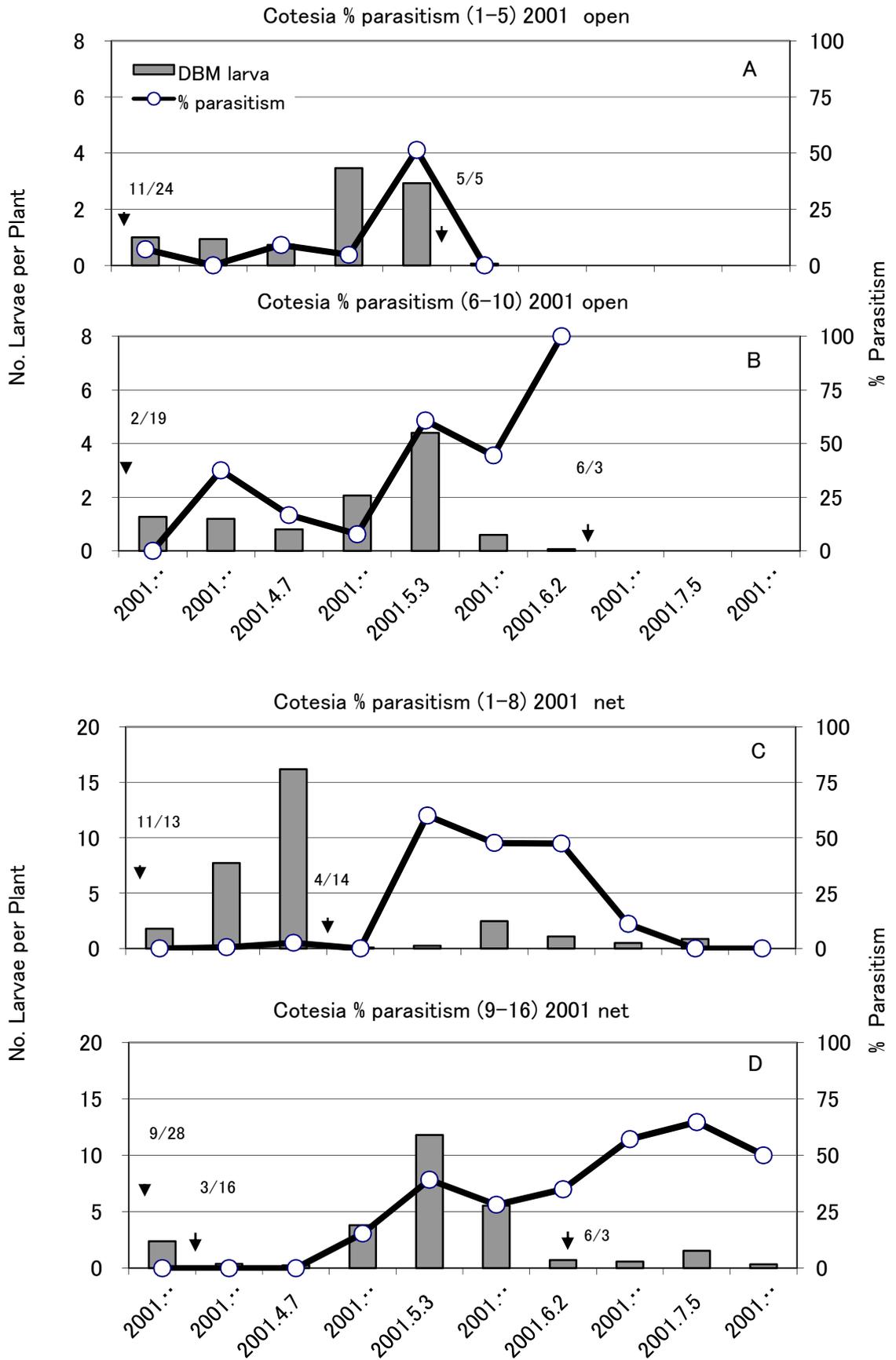


Fig. 16. Seasonal changes of host density and percent parasitism of *Cotesia* in 2001.

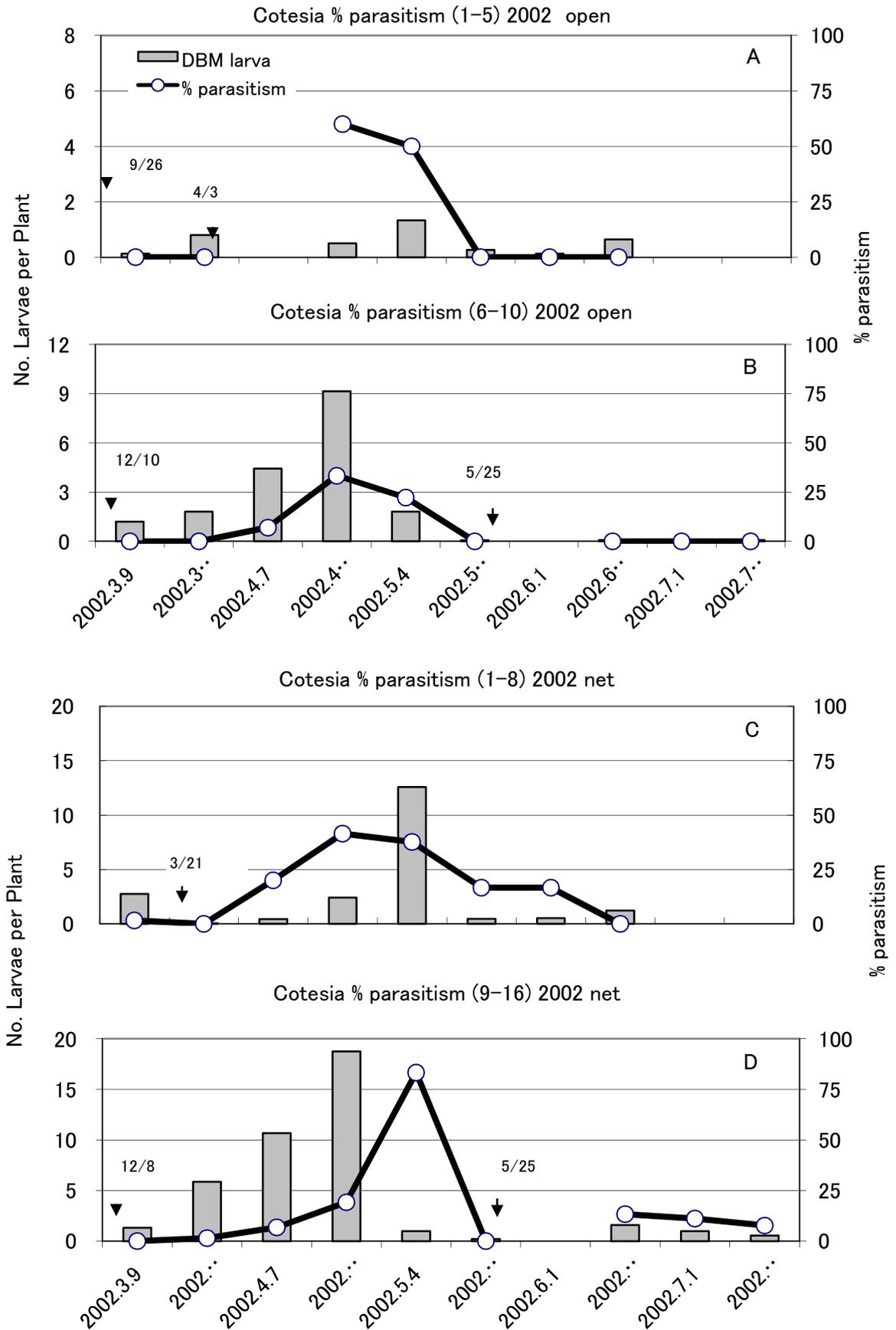


Fig. 17. Seasonal changes of host density and percent parasitism of Cotesia in 2002.

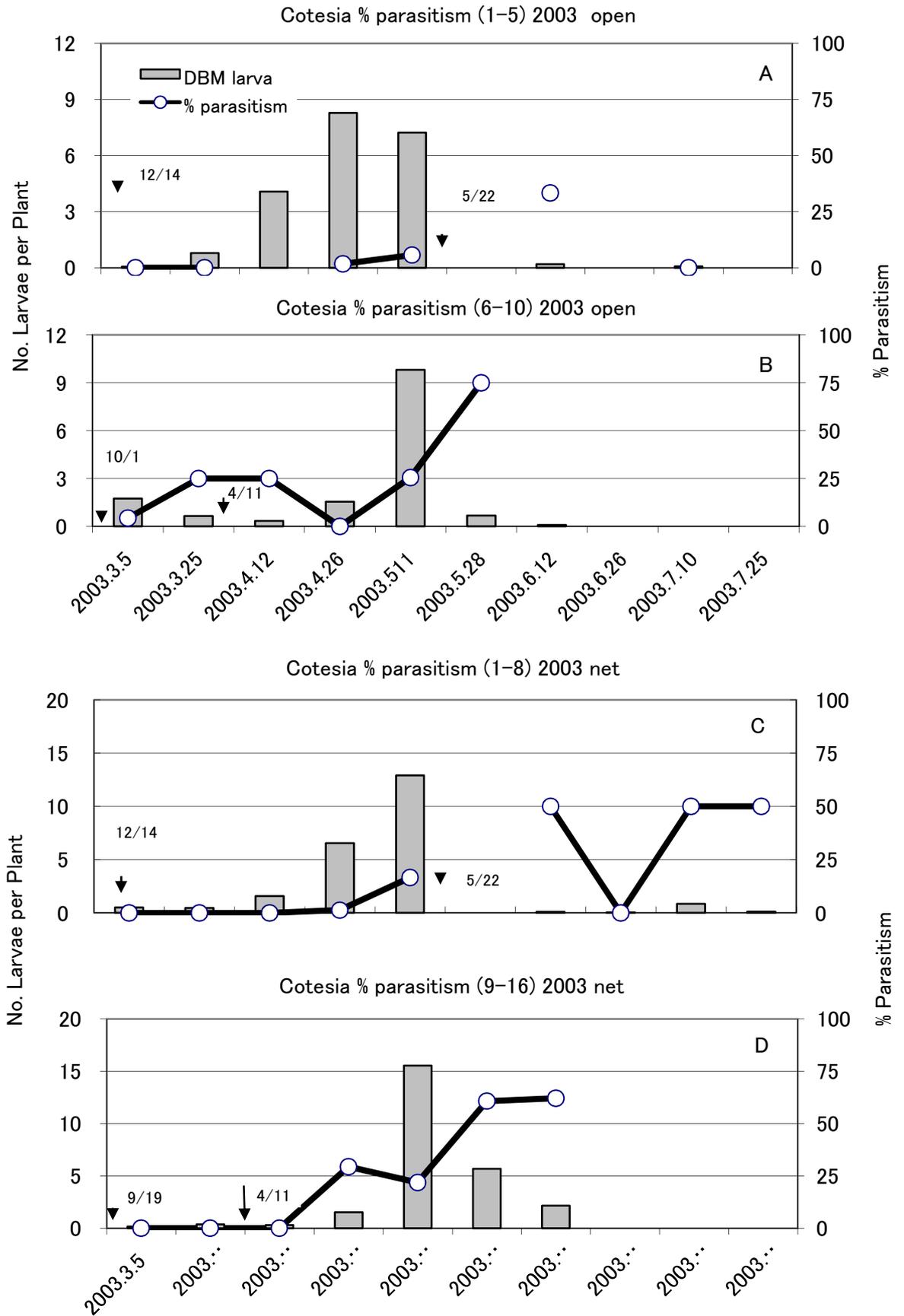


Fig. 18. Seasonal changes of host density and percent parasitism of Cotesia in 2003.

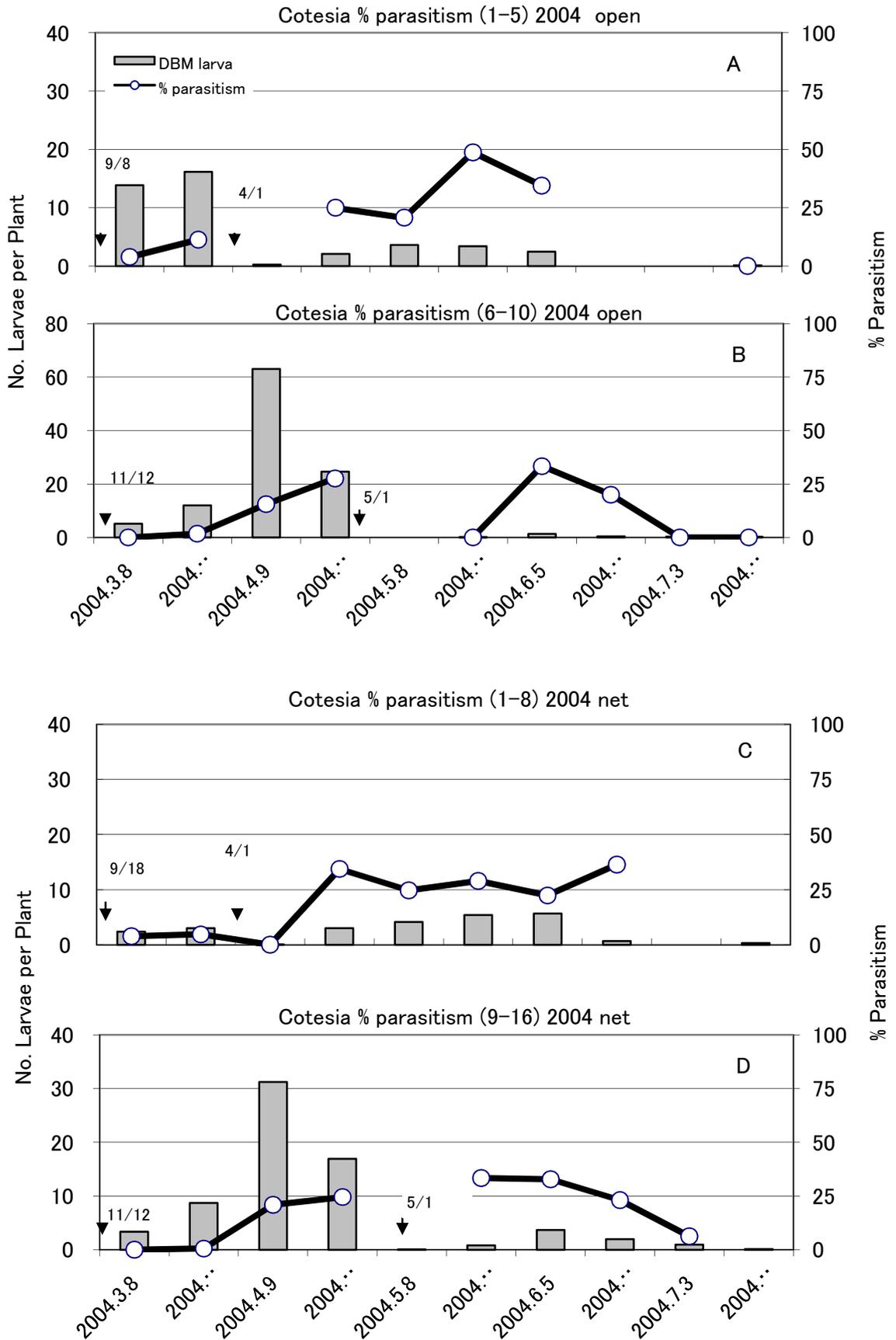


Fig. 19. Seasonal changes of host density and percent parasitism of Cotesia in 2004.

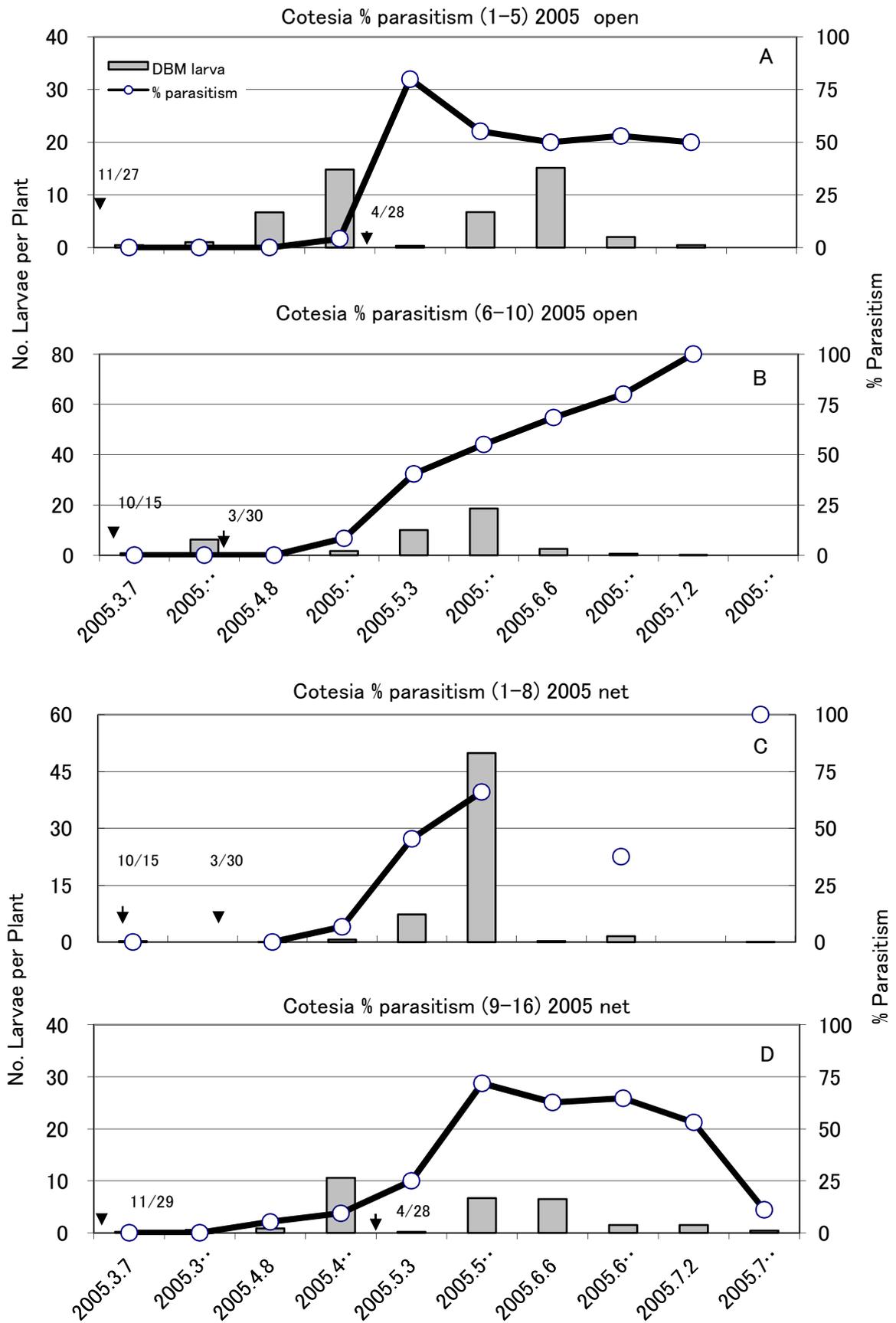


Fig. 20. Seasonal changes of host density and percent parasitism of Cotesia in 2005.

あったが、ヒメバチの寄生は全く認められなかった。4月上旬からヒメバチの寄生が観察され始め、コナガの蛹密度が最大（株当たり 7.8 頭）となった 4 月 21 日には寄生率が 37.8%となった。引き続き 5 月上旬には蛹の密度はやや低下したが、寄生率はさらに上昇し、61.4%に達した (Fig. 21-A)。2 月 19 日に定植したキャベツでは蛹の密度は 3 月～4 月、徐々に増加し、5 月上旬に株当たり 5.7 頭のピークに達した。ヒメバチの寄生は 4 月上旬から観察され始めた。蛹の密度のピーク前、ピーク時、及びピーク直後の寄生率はそれぞれ 31.0%、53.2%と 90.0%であった (Fig. 21-B)。

N 圃場：前年の 1 月に定植したキャベツではコナガの蛹密度は 3 月下旬には 3.7 頭、4 月上旬にはピークに達し、株当たり 6.6 頭まで増加した。ヒメバチの寄生は 3 月下旬から観察され、同時期の寄生率は 4.9%であった。4 月上旬の寄生率は 22.0%に上昇した (Fig. 21-C)。4 月 14 日に定植したキャベツではコナガの密度は 5 月～6 月上旬にかけて少しずつ高まったが株あたり 1 頭までしか増加しなかった。5 月下旬と 6 月上旬のヒメバチの寄生率は 62%であった (Fig. 21-C)。3 月 16 日に定植したキャベツでは、コナガの密度は 4 月上旬まで低い状態が続いたが、4 月 21 日に 1.8 頭、5 月 3 日に 6.0 頭と増加し、ピークに達した。ヒメバチの寄生率は 4 月 7 日に 16.7%であったが、4 月下旬～5 月下旬のコナガ密度のピーク時の寄生率は 47.5%、32.7%、及び 80.6%であった (Fig. 21-D)。

【2002 年】

O 圃場：前年 9 月に定植したキャベツではコナガの蛹密度は 3 月下旬に株当たり 1 頭まで増加したが、ヒメバチの寄生率は 0%であった。4 月 3 日に定植したキャベツではコナガの蛹密度はほとんど高まることなく、ピークとなった 6 月下旬でも株当たり密度は 0.7 頭であった。寄生率は 5 月上旬に 50%であった (Fig. 22-A)。前年の 12 月に定植したキャベツでは 3 月下旬からコナガの密度は増加をはじめ、4 月下旬にピークに達し、株当たり 7.7 頭まで増加した。その後 5 月上旬と同下旬にはそれぞれ 4.5 頭と 0.8 頭と減少した。ヒメバチの寄生は 4 月 7 日のサンプルからは全く認められなかったが、4 月 20 日のヒメバチの寄生率は 12.9%であった。寄生率はその後高まり、5 月上旬と同下旬には 41.8%と 66.7%に上昇した (Fig. 22-B)。

N 圃場：3 月 21 日に定植したキャベツではコナガの蛹密度はほとんど高まることはなかったが、5 月上旬に株当たり 4.8 頭のピークに達した。しかし、同下旬には 1.2 頭と再び低密度となった。このコナガのピーク時とその直後のヒメバチの寄生率は 47.1%と 94.7%であった (Fig. 22-C)。前年の 12 月に定植したキャベツでは、コナガの密度は 3 月上旬から着実に増加し、4 月 20 日にピークに達し、株当たり 17.1 頭に増えた。ヒメバチの寄生は 3 月 23 日のサンプルから認められ始めたが、4 月上旬と下旬の寄生率は 10.6%と 18.4%で増加の程度は小さかった。しかし、5 月上旬には寄生率は 74.4%と急激に上昇した (Fig. 22-D)。6 月上旬のコナガの密度低下時にヒメバチの寄生率は 10%内外に一度低下したが、5 月 25 日に定植したキャベツでコナガの密度が 7 月上旬に株当たり 2.1 頭、同下旬には 1.0 頭となった時、47.5%～63.2%へと再び上昇した (Fig. 22-D)。

【2003 年】

O 圃場：前年 12 月に定植したキャベツではコナガ蛹は 3 月下旬まで認められなかったが、4

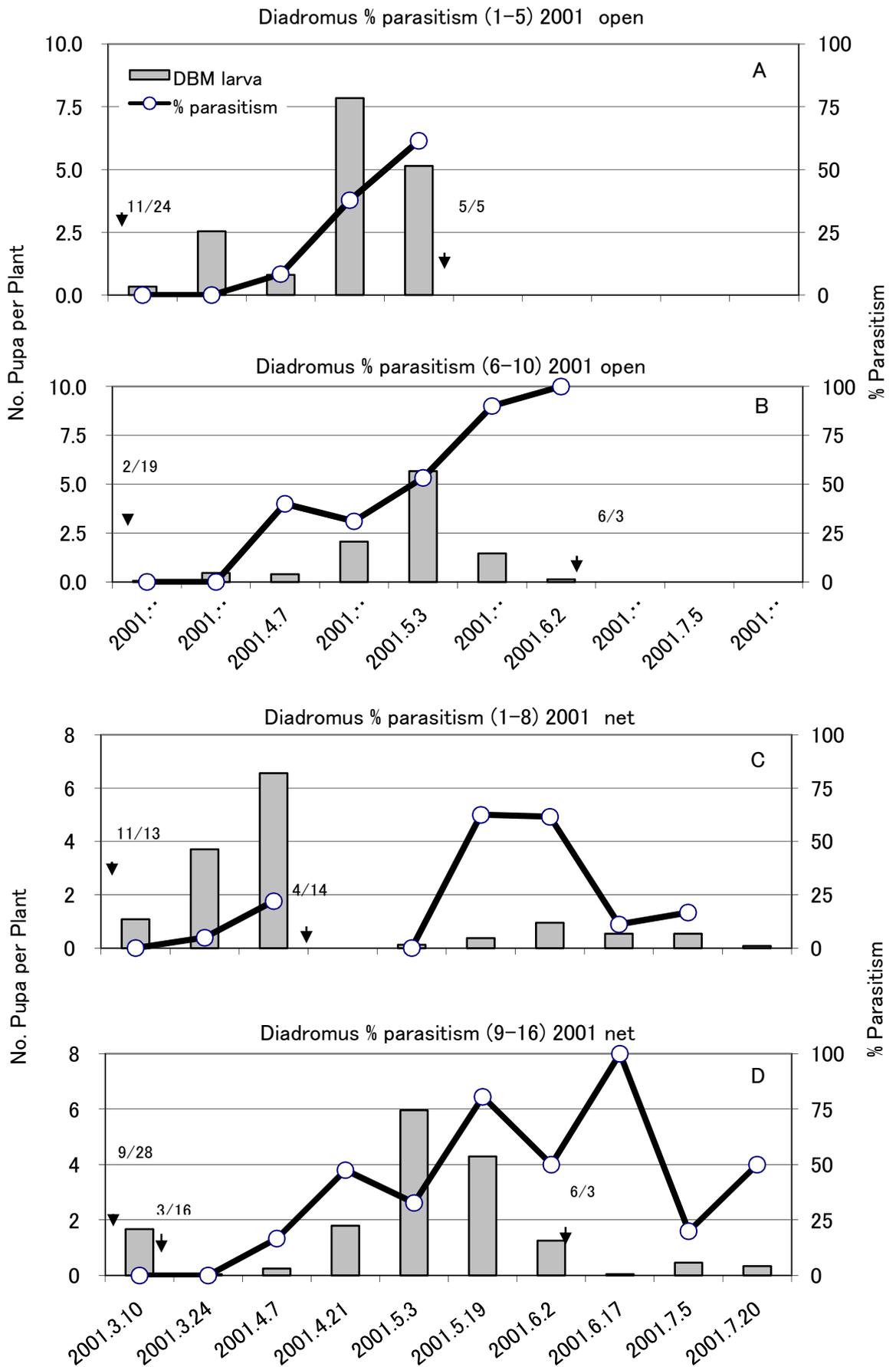


Fig. 21. Seasonal changes of host density and percent parasitism of *Diadromus* in 2001.

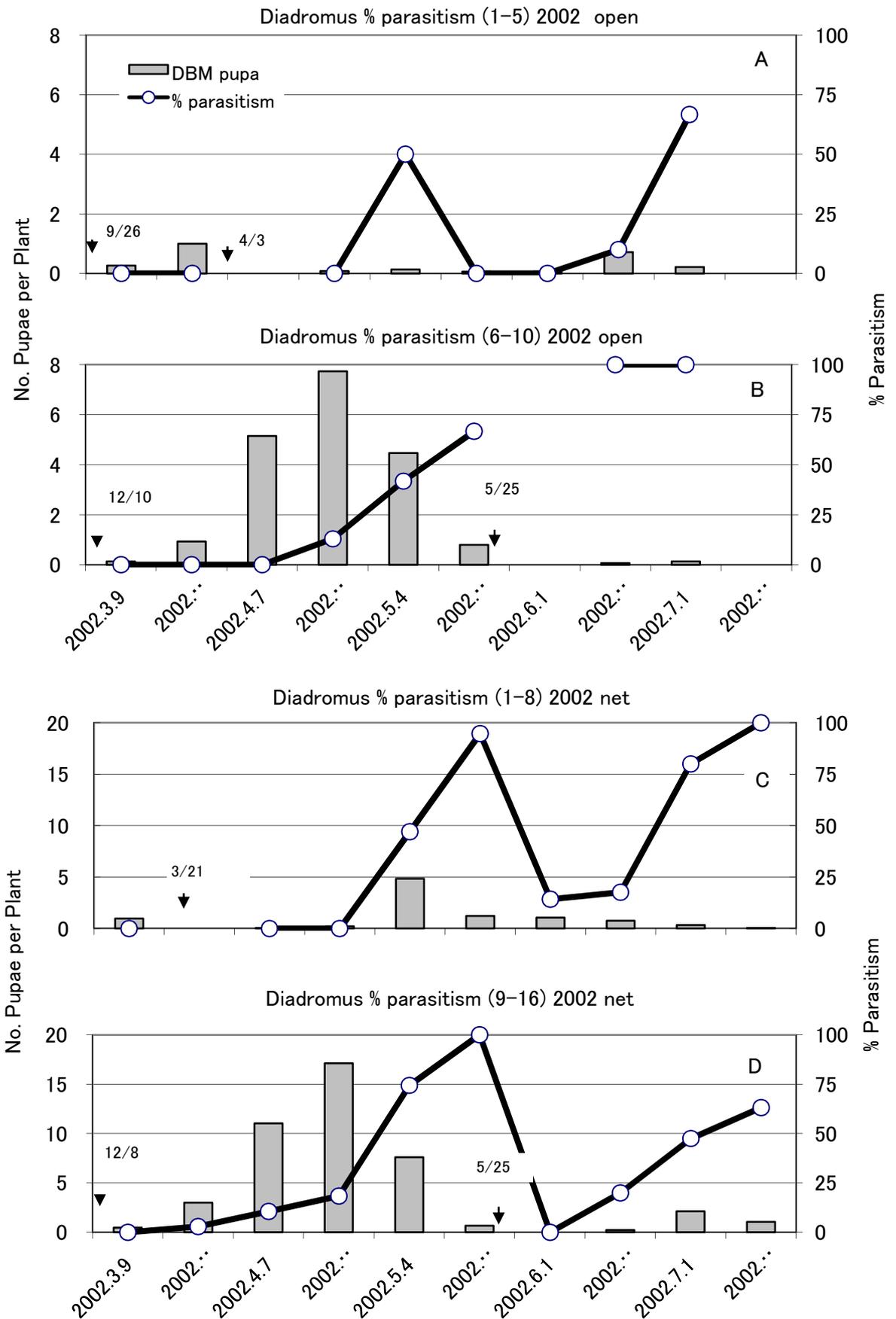


Fig. 22. Seasonal changes of host density and percent parasitism of *Diadromus* in 2002.

月上旬に 3 頭、同下旬に 15 頭と急に増加した。ヒメバチは 4 月のはじめから観察されたが 4 月の寄生率は 18%と 14%であった。しかし、5 月上旬に寄生率は顕著な増加を示し 58%となった (Fig. 23-A)。前年の 10 月に定植したキャベツでは 3 月上旬にコナガの蛹は株当たり 3 頭と 2 頭でヒメバチの寄主はすでに存在していたが、ヒメバチの寄生は全く観察されなかった。4 月に定植したキャベツではコナガの蛹は 4 月下旬までほとんど認められなかったが、5 月 11 日に株当たり 5 頭が観察された。これらの蛹の 45%がヒメバチによって寄生されていた (Fig. 23-B)。

N 圃場:前年 12 月に定植したキャベツではコナガの蛹密度は 4 月上旬まで 1 頭未満であった。4 月下旬に株当たり 7 頭に増加したが、ヒメバチの寄生率は 8%であった。しかし、コナガの密度が株当たり 10 頭に増加した 5 月上旬にはヒメバチの寄生率は 54%と跳ね上がった。5 月 22 日に定植したキャベツではコナガの蛹は 8 月までほとんど観察されなかった (Fig. 23-C)。4 月 11 日に定植したキャベツでは同下旬にコナガ蛹の密度が 1 頭、5 月上旬 4 頭、同下旬に 7 頭と緩やかに増加した。この寄主の増加に比例してヒメバチも増加し、寄生率は 0%、47%、84%と大きくなった (Fig. 23-D)。

【2004 年】

O 圃場:前年 9 月に定植したキャベツではコナガの蛹密度が 3 月上旬に株当たり 15 頭、同下旬には 11 頭と高い状態がつづいた。ヒメバチの寄生は 3 月上旬にわずかに認められたが、同下旬には 16%の寄生率が観察された。4 月はじめに定植したキャベツでは、コナガの株当たり蛹密度は 3 頭を超えることがなかったが、ヒメバチの寄生率は 56~70%の安定した状態がつづいた (Fig. 24-A)。

前年 11 月に定植したキャベツでは、3 月のヒメバチの寄生率は 5%と 2%と低かったが 4 月に入り、寄主蛹の密度が 38 頭に増加したとき、その寄生率は 69%に急激に上昇した。4 月下旬も寄主蛹の株当たり密度は 41 頭で高い状態であったが、この時期の寄生率は 77%に達した (Fig. 24-B)。

N 圃場:ネットハウスでは 3 月上旬、コナガの株当たり密度は 3 頭内外で寄主蛹は安定して存在していたが、ヒメバチの寄生はほとんど認められなかった。しかし、4 月に入り、寄主蛹が株当たり 14.6 頭と 21.0 頭と増加するのに対応して寄生率は 60.1%と 92.7%と急激に上昇した (Fig. 24-D)。4 月はじめに定植したキャベツでは寄主の激減のためヒメバチの生息は一次途絶えたが、5 月~6 月上旬にコナガ蛹が株当たり 5 頭を超える状態まで増加すると、ヒメバチは寄主の増加に速やかに反応し、寄生率は 22%~40.9%に達した (Fig. 25-C)。また、5 月 1 日に定植したキャベツでも、キャベツの植え替えによりコナガとヒメバチは 5 月に激減したが、6 月に入りコナガの密度が 2 頭前後に回復すると、寄生率も 61.8~71.8%と再び高まった (Fig. 24-D)。

【2005 年】

O 圃場:前年 11 月に定植したキャベツではコナガの蛹密度は 4 月上旬まで株当たり 1 頭前後で推移したが、4 月下旬に急激に増加し、株当たり密度は 21 頭になった。このときのヒメバチの寄生率は 10%未満であった (Fig. 25-A)。3 月 30 日に定植したキャベツでのコナガの密

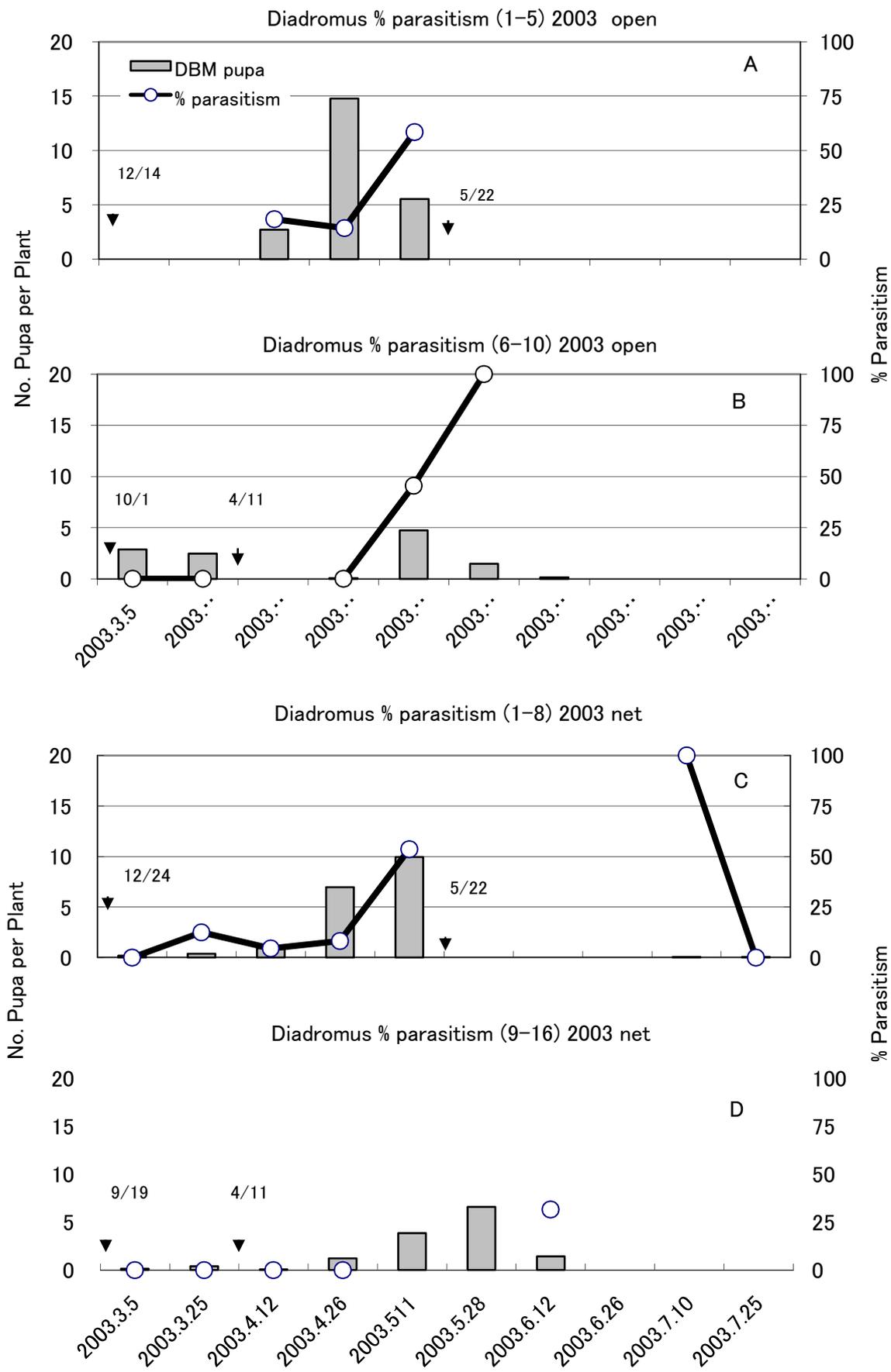


Fig. 23. Seasonal changes of host density and percent parasitism of *Diadromus* in 2003.

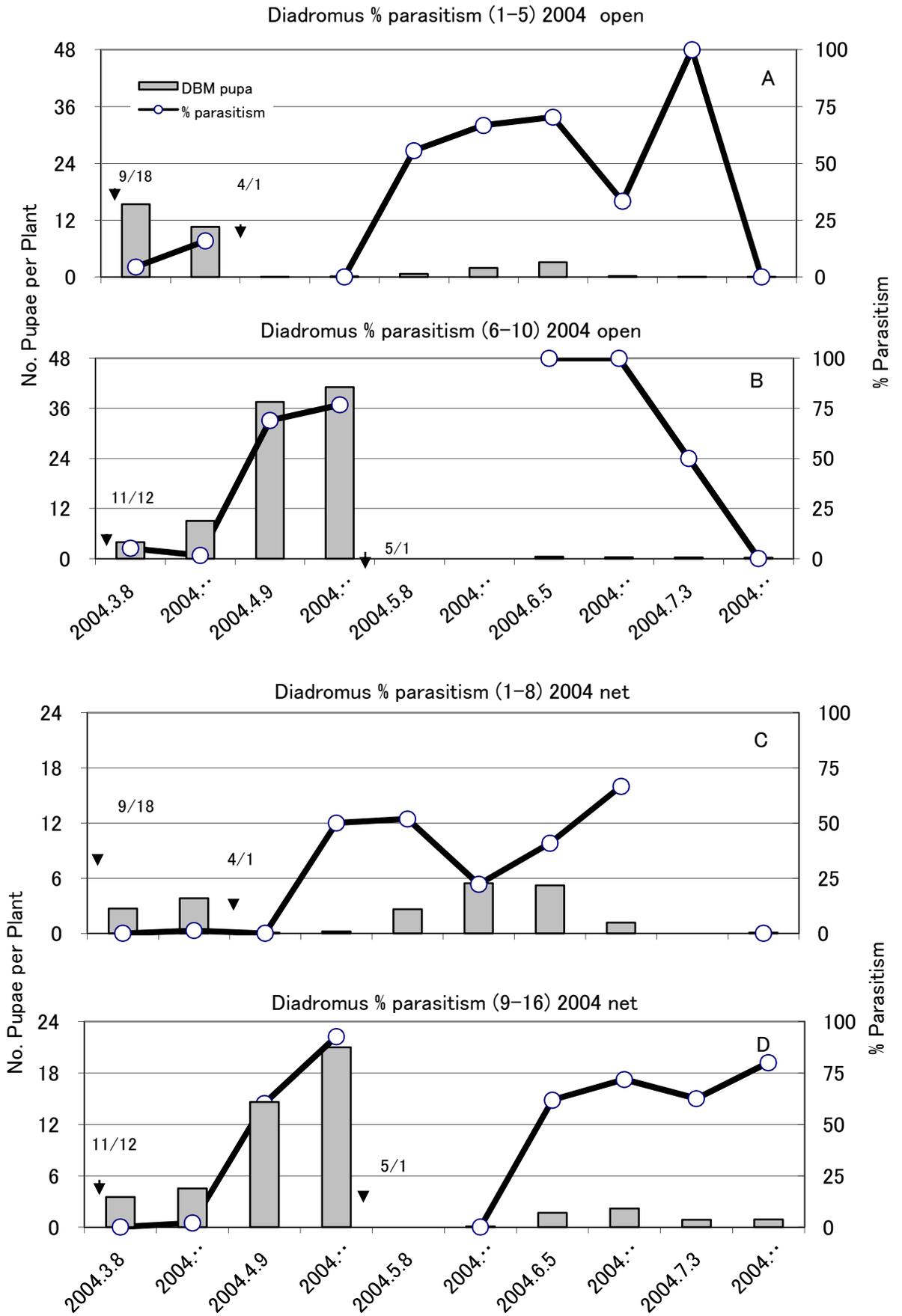


Fig. 24. Seasonal changes of host density and percent parasitism of *Diadromus* in 2004.

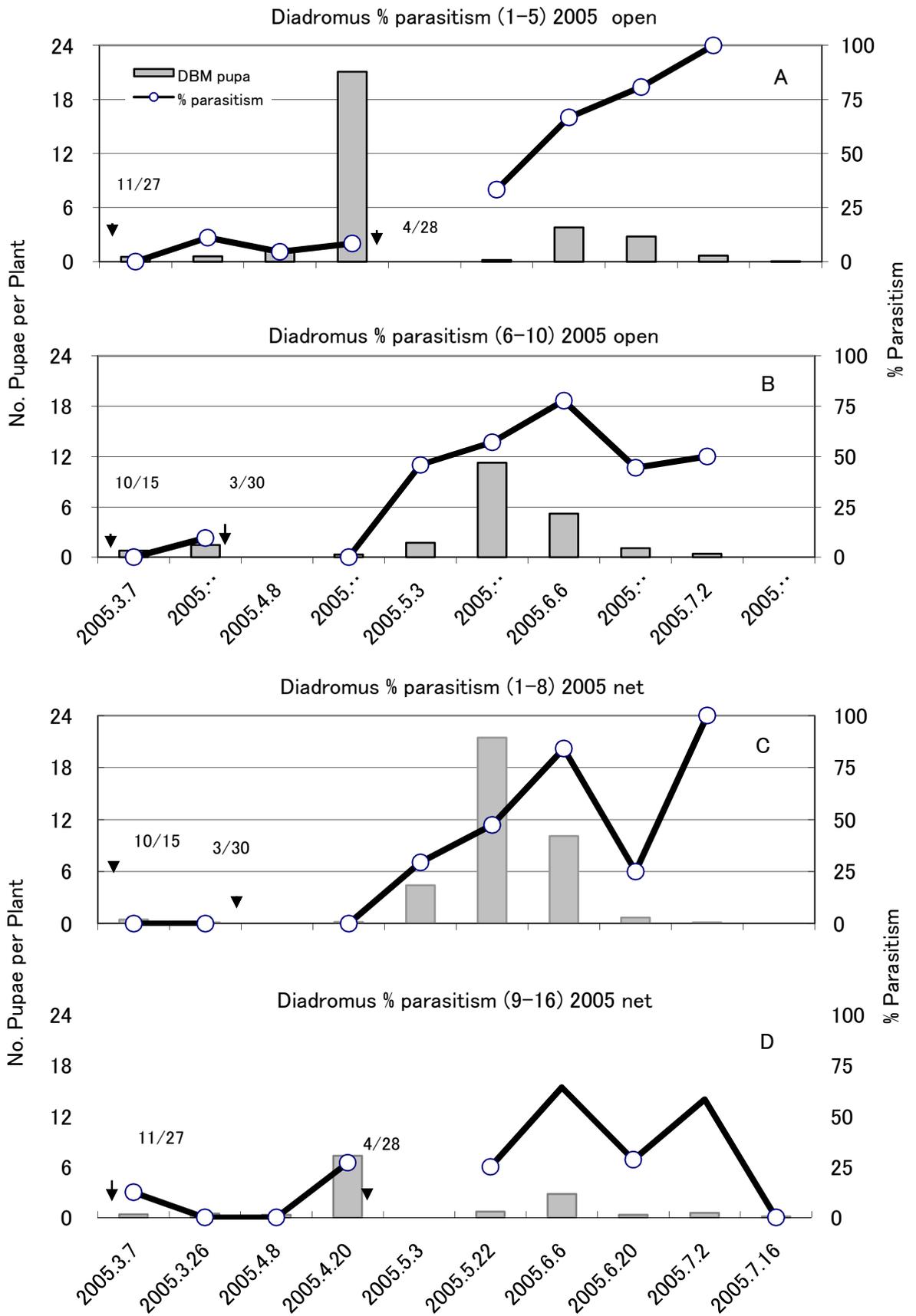


Fig. 25. Seasonal changes of host density and percent parasitism of *Diadromus* in 2005.

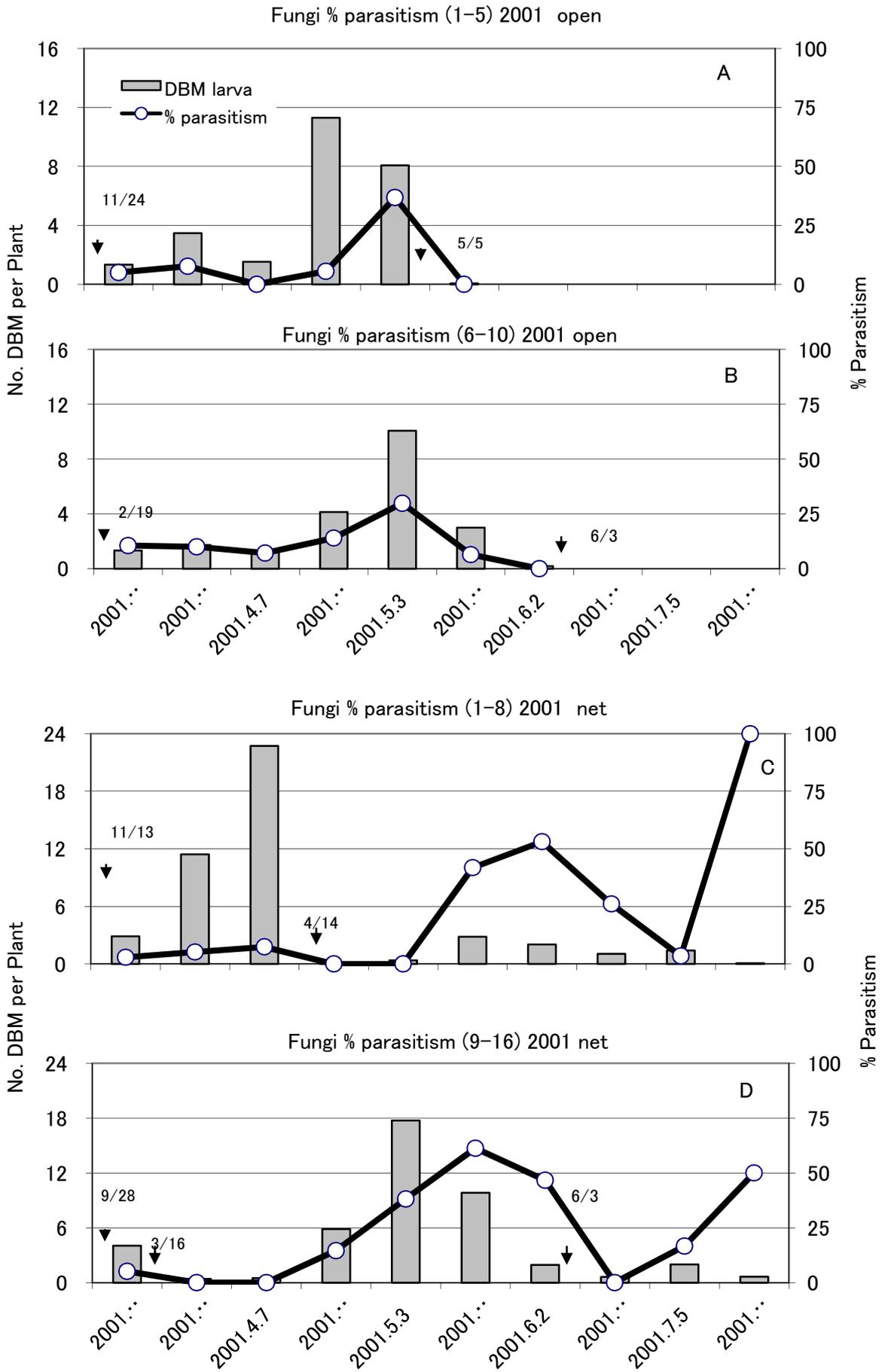


Fig. 26. Seasonal changes of host density (pupae + larvae) and percent parasitism of disease in 2001.

度は5月から高まり、5月上旬2頭、同下旬11頭、6月上旬5頭と推移した。この間のヒメバチの寄生率は46%、57%と78%と順次高まった (Fig. 25-B)。4月下旬に定植したキャベツではコナガ蛹は5月の間ほとんど認められなかったが、6月上旬に株当たり4頭が記録されたが、それ以後漸減し7月上旬には1頭となった。6月上旬と同下旬の寄生率は67%、81%であった (Fig. 25-A)。

N 圃場：前年11月末に定植したキャベツでは冬季の間コナガの密度増加はほとんど認められなかった。しかし、4月下旬に株当たり7頭のコナガ蛹が観察され、そのときのヒメバチの寄生率は27%であった (Fig. 25-D)。3月30日に定植したキャベツでのコナガの密度増加は5月に入ってから認められ、5月上旬の密度は4頭、同下旬のそれは21頭と明瞭な増加があった。6月上旬やや密度が低下したが株当たり密度は10頭で比較的高い状態が続いた。コナガ蛹密度のピーク時期の5月～6月上旬の寄生率はそれぞれ29%、47%、84%と時間の経過と共に高まった (Fig. 25-C)。4月28日に定植したキャベツでのコナガ蛹の発生は5月下旬に株あたり1頭、6月上旬に3頭と認められた。これらの蛹へのヒメバチの寄生率は25%と64%であった (Fig. 25-D)。

(3) 糸状菌罹病率の季節変動

Fig. 26～Fig. 30に3月～7月におけるコナガの密度と糸状菌に感染し死亡した個体の割合の消長を示した。以下、年別、圃場別にコナガの密度と糸状菌感染率の季節的消長を記述する。

【2001年】

O 圃場：前年の11月に定植したキャベツでは4月下旬にコナガの密度が株当たり11頭でピークに達したが、糸状菌の発生は極めて低かった。しかし、5月上旬の調査では37%の個体が糸状菌により死亡した (Fig. 26-A)。一方、2月19日に定植したキャベツではコナガの密度は4月上旬まで株当たり2頭未満の状態が続いたがその後増加し始め、4月下旬に4頭、5月上旬に10頭とピークに達した。このピーク時の糸状菌感染率は30%であった (Fig. 26-B)。

N 圃場：前年の11月に定植したキャベツではコナガの密度は3月下旬に11頭、4月上旬にはピークに達し、株当たり23頭まで増加した。このときの糸状菌感染率は7%であった (Fig. 26-C)。4月14日に定植したキャベツではコナガの密度は5月下旬に株あたり3頭まで増加したが、その後漸減し7月上旬には1頭となった。糸状菌の感染率は5月下旬と6月上旬に上昇し、それぞれ42%と53%であった (Fig. 26-C)。3月16日に定植したキャベツでは、コナガの密度は4月上旬まで低い状態が続いたが、4月21日に6頭、5月3日に18頭と増加し、ピークに達した。糸状菌感染率は5月上旬から同下旬にかけて上昇し、38%と61%に上った (Fig. 26-D)。

【2002年】

O 圃場：前年9月に定植したキャベツではコナガの密度は3月下旬に株当たり2頭まで増加したが、糸状菌感染率は数%で低かった。4月3日に定植したキャベツではコナガの密度はほとんど高まることなく、株当たり1頭前後で推移した。糸状菌感染率は5月上旬と同下旬に高まり、それぞれ53%と60%であった (Fig. 27-A)。前年の12月に定植したキャベツでは3月下旬からコナガの密度は増加をはじめ、4月下旬にピークに達し、株当たり17頭まで増加し

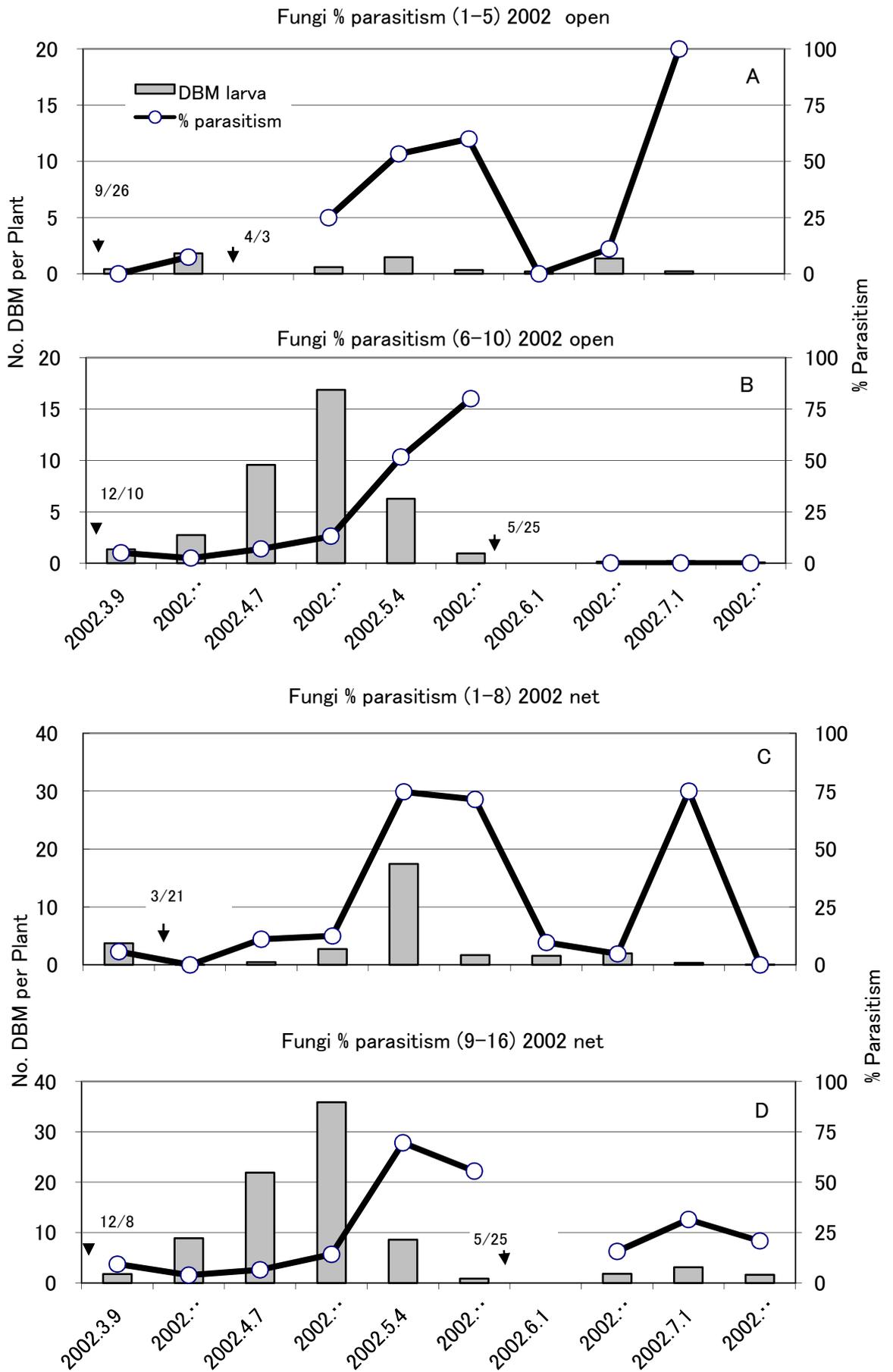


Fig. 27. Seasonal changes of host density (pupae + larvae) and percent parasitism of disease in 2002.

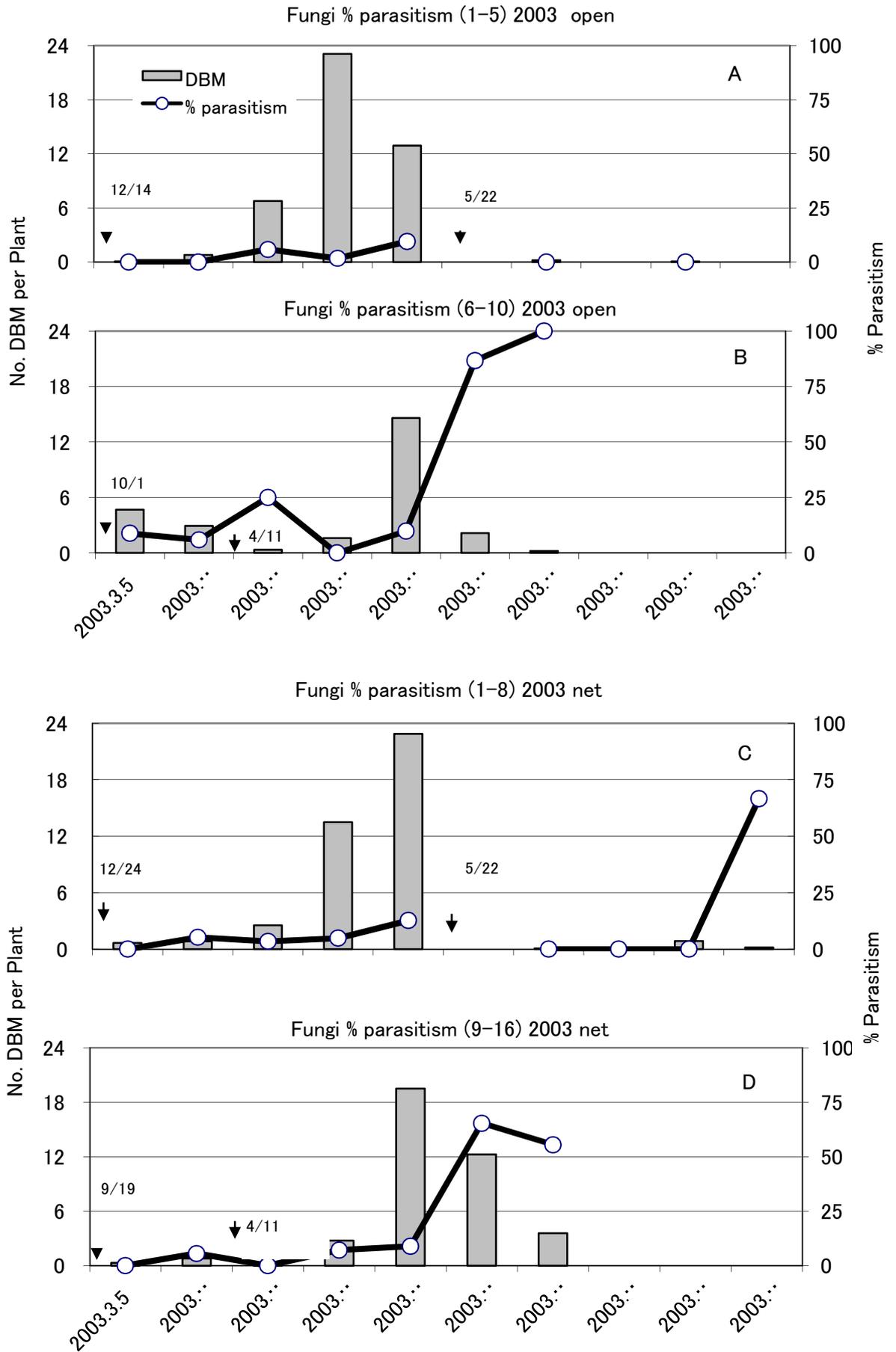


Fig. 28. Seasonal changes of host density (pupae + larvae) and percent parasitism of disease in 2003.

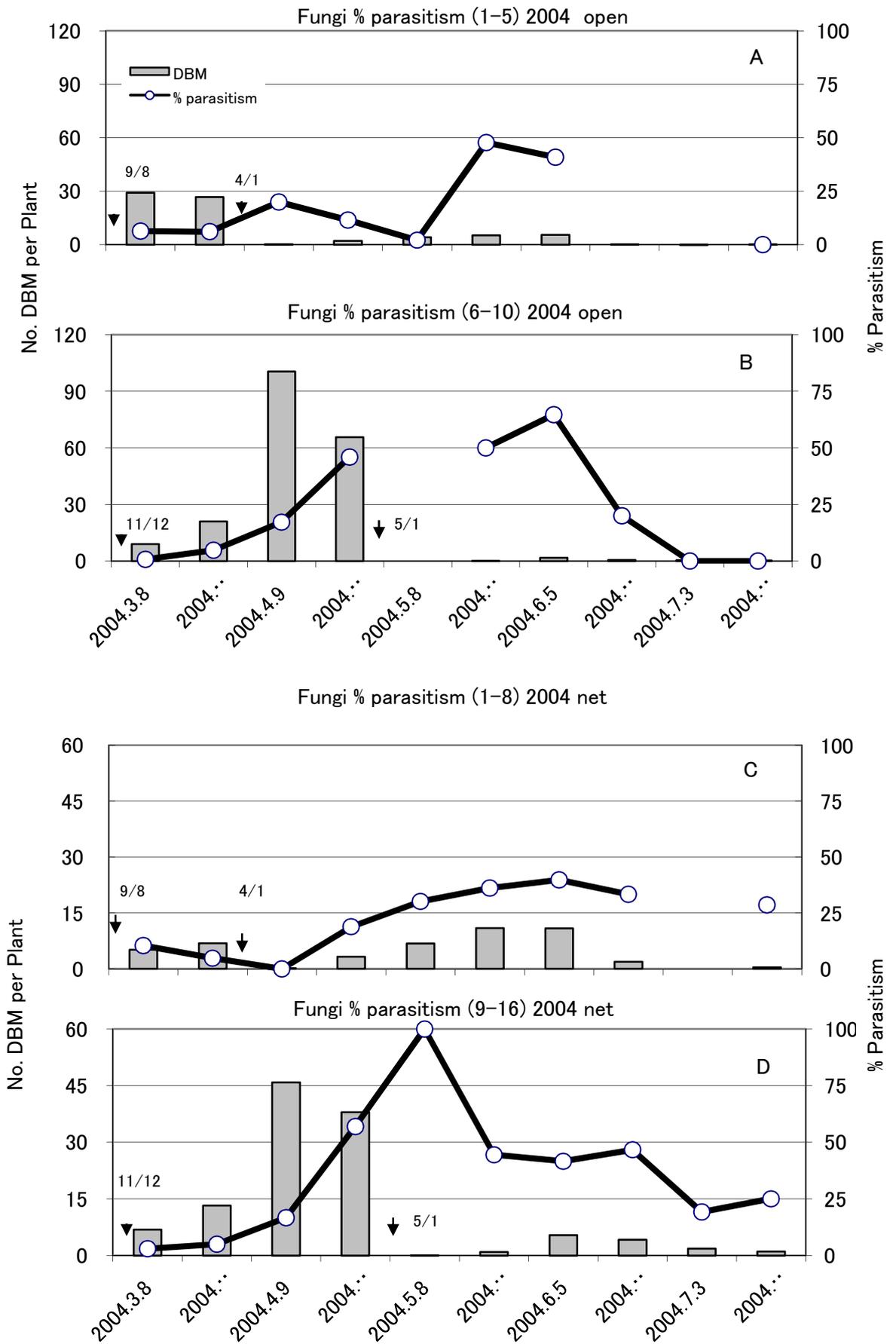


Fig. 29. Seasonal changes of host density and percent parasitism of disease in 2004.

た。その後5月上旬と同下旬にはそれぞれ5.2頭と1頭と減少した。糸状菌感染率はコナガの密度がピークを過ぎて低下し始めた5月上旬から上昇した。5月上旬と下旬の糸状菌感染率は52%と80%であった (Fig. 27-B)。

N 圃場：3月21日に定植したキャベツでは4月上旬から少しずつ密度が高まりはじめ、5月上旬に株当たり17頭のピークに達した。このピーク時とその直後の糸状菌感染率はそれぞれ75%と71%であった (Fig. 27-C)。前年の12月に定植したキャベツでは、コナガの密度は3月上旬から着実に増加し、4月20日にピークに達し、株当たり36頭に増えた。このピーク時の糸状菌感染率は14%と低かった。ピーク後の5月上旬のコナガの密度は株当たり9頭と激減したが、このときの糸状菌感染率は70%に急上昇した (Fig. 27-D)。

【2003年】

O 圃場：前年12月に定植したキャベツではコナガは3月下旬まで低密度で推移したが、4月上旬に7頭、同下旬に23頭と急激に増加した。そして、5月上旬には株当たり13頭と減少し始めた。この間、糸状菌感染率は10%未満であった (Fig. 28-A)。4月11日に定植したキャベツではコナガは4月下旬から増加をはじめ、5月11日に株当たり15頭のピークに達した。このピーク時の糸状菌感染率は10%であった。しかし、同下旬、コナガの株あたり密度は3頭未満で低かったが糸状菌感染率は87%であった (Fig. 28-B)。

N 圃場：前年12月に定植したキャベツではコナガの密度は3月下旬まで1頭未満であった。4月上旬から急激に増え始め、4月下旬と5月上旬の株当たり密度は14頭と23頭に上昇した。これらのコナガにおける糸状菌感染率は10%前後で低かった (Fig. 28-C)。4月11日に定植したキャベツでは同下旬にコナガの密度が3頭、そして、5月上旬に20頭となり、ピークに達した。その後、5月下旬、株当たり密度は12頭となり減少傾向になった。糸状菌感染率は5月下旬に高まり、サンプル虫の65%が病気で死亡した (Fig. 28-D)。

【2004年】

O 圃場：前年9月に定植したキャベツではコナガの密度が3月上旬に株当たり29頭、同下旬には27頭と高い状態がつづいた。糸状菌感染率は数%であった。4月はじめに定植したキャベツでは、コナガの株当たり密度は6頭を超えることがなかったが、糸状菌感染率は5月下旬と6月上旬に48%と41%が記録された (Fig. 29-A)。前年11月に定植したキャベツでは、3月のはじめからコナガの密度増加が始まり4月上旬には株当たり101頭の高密度に達した。その後、4月下旬には66頭に減少した。糸状菌感染率は4月下旬に高まり46%の個体が病気で死亡した (Fig. 29-B)。5月1日に定植したキャベツではコナガの密度増加はほとんど認められなかったが、5月下旬と6月上旬の糸状菌感染率は50%と65%であった (Fig. 29-B)。

N 圃場：4月はじめに定植したキャベツではコナガが4月下旬より緩やかに増加し、5月下旬に株当たり11頭になった。糸状菌の感染率は5月上旬～6月下旬の間30%～40%であった (Fig. 29-C)。前年の11月に定植したキャベツでは3月から密度増加が始まり4月下旬に株当たり46頭の高密度状態となった。このピーク時の糸状菌感染率は17%であったが、ピーク後の4月24日の調査では糸状菌感染率は57%に上昇した (Fig. 29-D)。

【2005年】

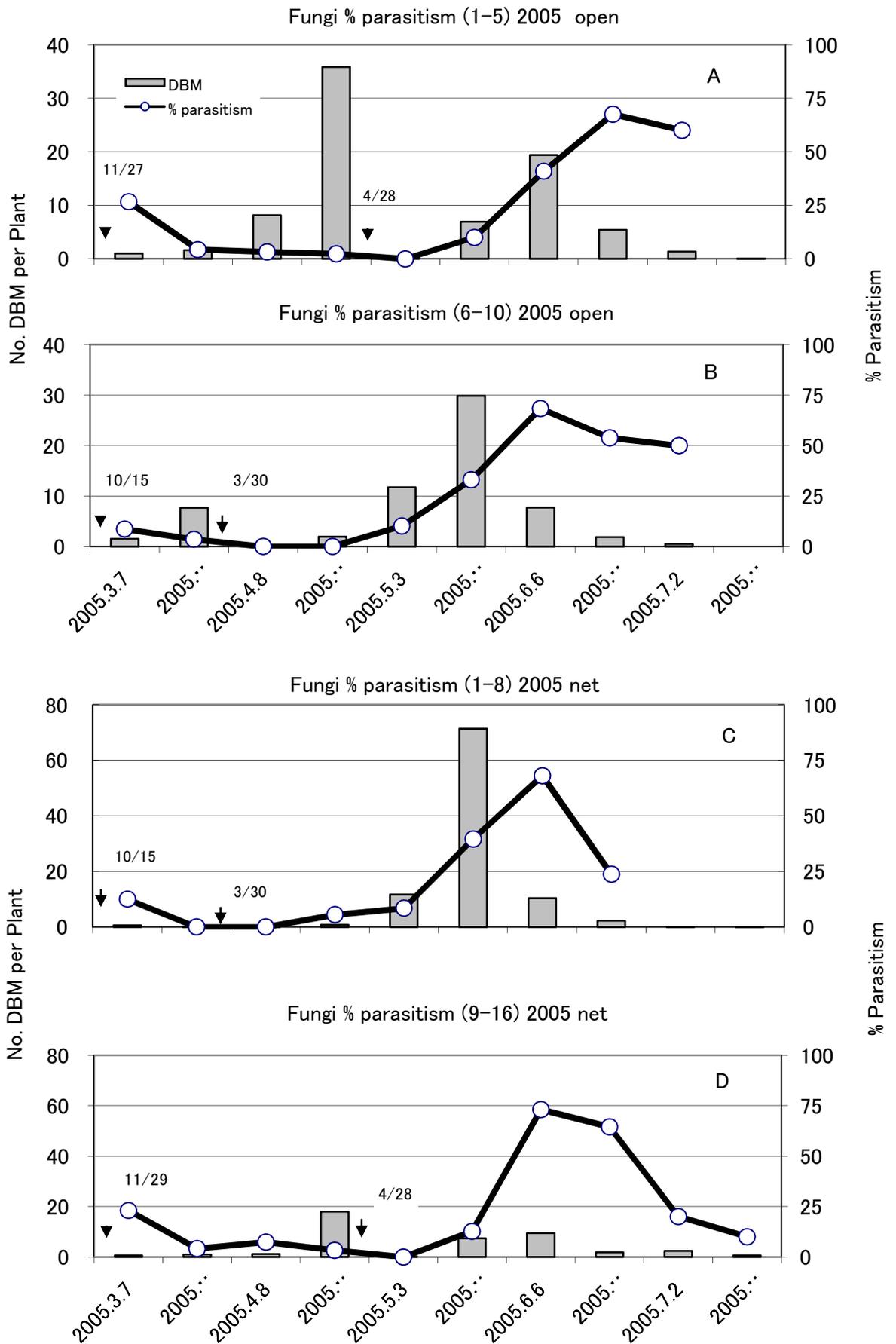


Fig. 30. Seasonal changes of host density and percent parasitism of disease in 2005.

O 圃場：前年 11 月に定植したキャベツではコナガの密度は 4 月上旬～4 月下旬にかけて急激に増加し、株当たり密度は 36 頭になった。このときの糸状菌感染率は 2%であった (Fig. 30-A)。4 月下旬に定植したキャベツではコナガは 6 月上旬まで増加し続け、株当たり 19 頭に達した。糸状菌感染率はこの時期から上昇し、6 月上旬と下旬の感染率は 41%と 68%であった (Fig. 30-A)。3 月末に定植したキャベツでは 4 月下旬からコナガの密度が高まりはじめ 5 月下旬に株当たり 30 頭に達した。糸状菌感染率はこのピーク時から高まりはじめ、5 月下旬と 6 月上旬の感染率は 33%と 68%であった (Fig. 30-B)。

N 圃場：前年の 10 月と 11 月末に定植したキャベツでは冬季の間コナガの密度増加はほとんど認められず、糸状菌の発生はほとんど認められなかった (Fig. 30-C&D)。3 月 30 日に定植したキャベツではコナガの密度増加は 5 月に入ってから認められ、5 月上旬の密度は 12 頭、同下旬のそれは 71 頭と急激な増加があった。その後 6 月上旬に密度が約七分の一に低下したが株当たり密度は 10 頭で比較的高い状態が続いた。コナガ密度のピーク時すなわち 5 月下旬の糸状菌感染率は 40%であり、6 月上旬の感染率は 68%であった (Fig. 30-C)。4 月 28 日に定植したキャベツでのコナガの発生は 5 月下旬に株あたり 7 頭、6 月上旬に 9 頭認められ、大きな増加は観察されなかった。しかし、糸状菌の最大感染率は 6 月上旬に認められ、73%に達した (Fig. 30-D)。

(4) 寄生蜂と糸状菌によって死亡したコナガの総死亡率の季節変動

Fig. 31～Fig. 35 に 3 月～7 月におけるコナガの密度 (コナガの 3 齢、4 齢、前蛹、蛹の総数) の推移と天敵 (コマユバチ、ヒメバチ、糸状菌) によって死亡したコナガの割合 (以下この割合のことを総死亡率と呼ぶ) の消長を示した。以下、年別、圃場別にコナガの密度と総死亡率の季節的消長を記述する。

【2001 年】

O 圃場：前年の 1 1 月に定植したキャベツでは 4 月下旬にコナガの密度が株当たり 11 頭でピークに達した。総死亡率は 4 月上旬まで 10%未満であったが、同月後半から 5 月上旬にかけて 30～68%に高まった。(Fig. 31-A)。一方、2 月 19 日に定植したキャベツではコナガの密度は 4 月上旬まで株当たり 2 頭未満の状態が続いたがその後増加し始め、4 月下旬に 4 頭、5 月上旬に 10 頭とピークに達した。このピーク時の総死亡率は 64.2%であった。5 月後半以降コナガの密度は漸減したが、総死亡率はさらに上昇した (Fig. 31-B)。

N 圃場：前年の 11 月に定植したキャベツではコナガの密度は 3 月上旬から高まりはじめ、4 月上旬にはピークに達し、株当たり 23 頭まで増加した。このときの総死亡率は 15%弱であった (Fig. 31-C)。4 月 14 日に定植したキャベツではコナガの密度は 5 月下旬に株あたり 3 頭まで増加したが、その後漸減し 7 月上旬には 1 頭となった。5 月下旬～6 月上旬の総死亡率は 63.4～69.4%であった (Fig. 31-C)。3 月 16 日に定植したキャベツでは、コナガの密度は 4 月上旬まで低い状態が続いたが、4 月 21 日に 6 頭、5 月 3 日に 18 頭と増加し、ピークに達した。総死亡率は 4 月後半から漸次上昇し、5 月後半には 74.2%に達し以後このレベルは 7 月末まで維持された (Fig. 31-D)。

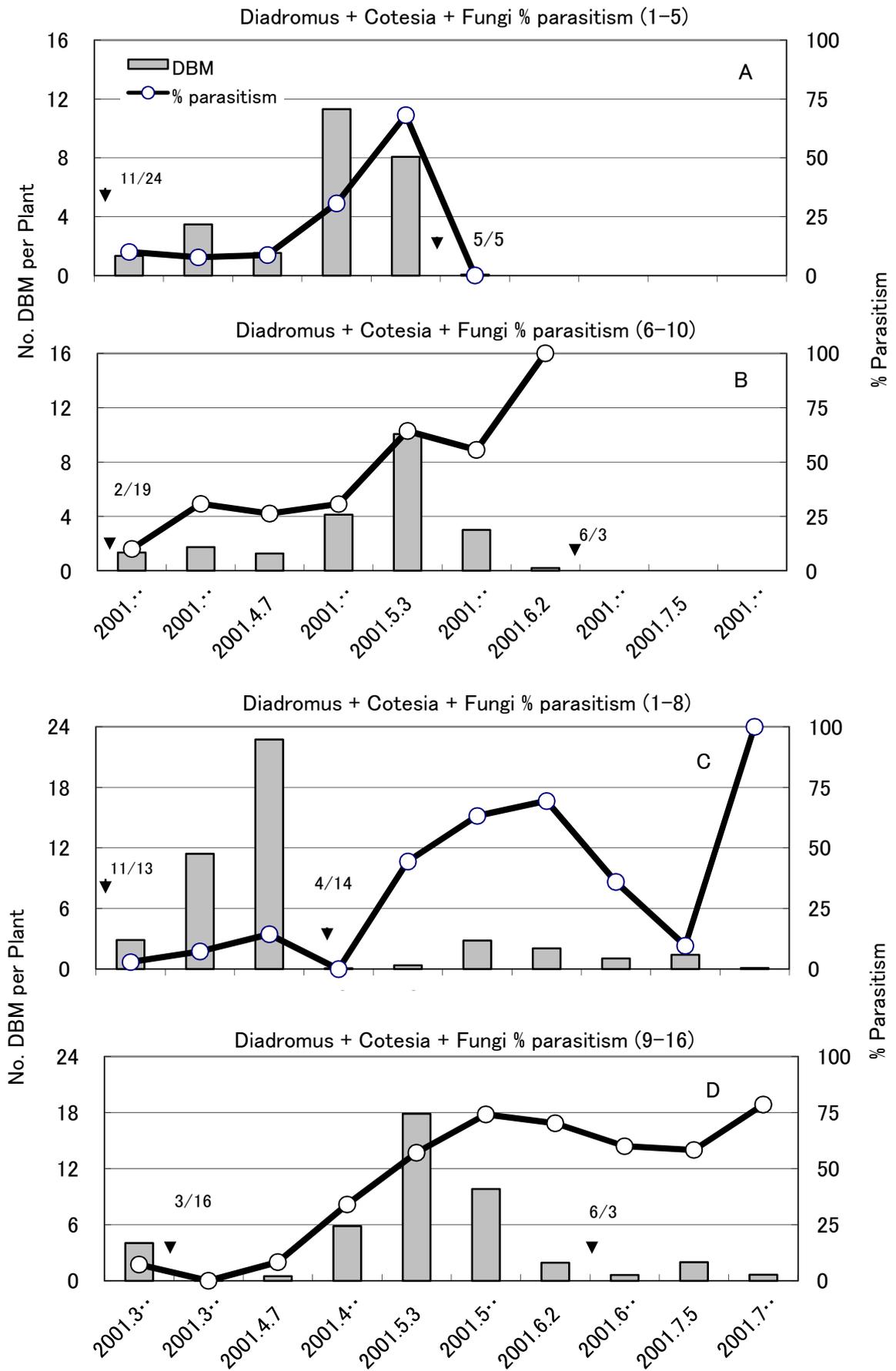


Fig. 31. Seasonal changes of host density (pupae + larvae) and percent parasitism of natural enemies in 2001.

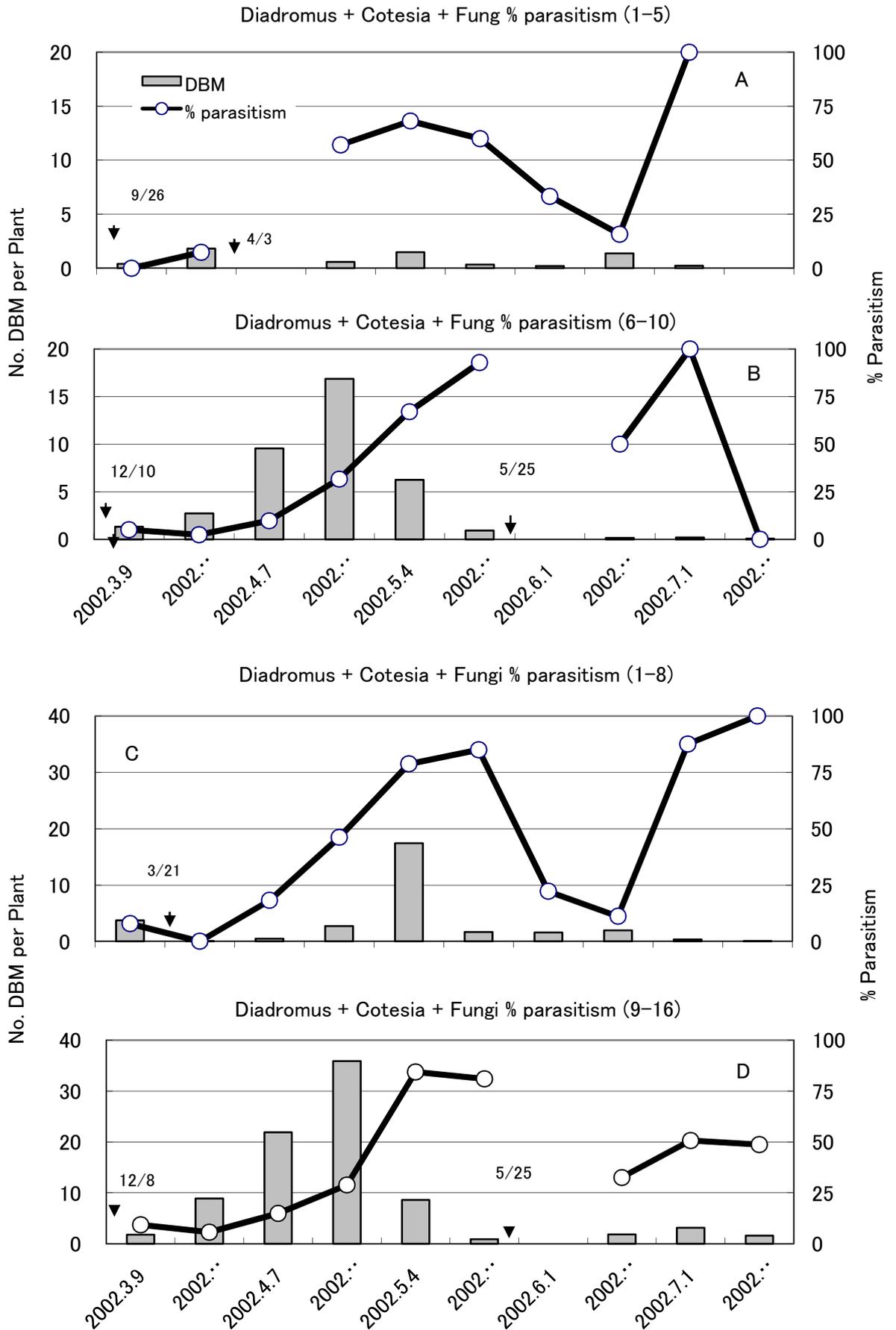


Fig. 32. Seasonal changes of host density and percent parasitism of natural enemies in 2002.

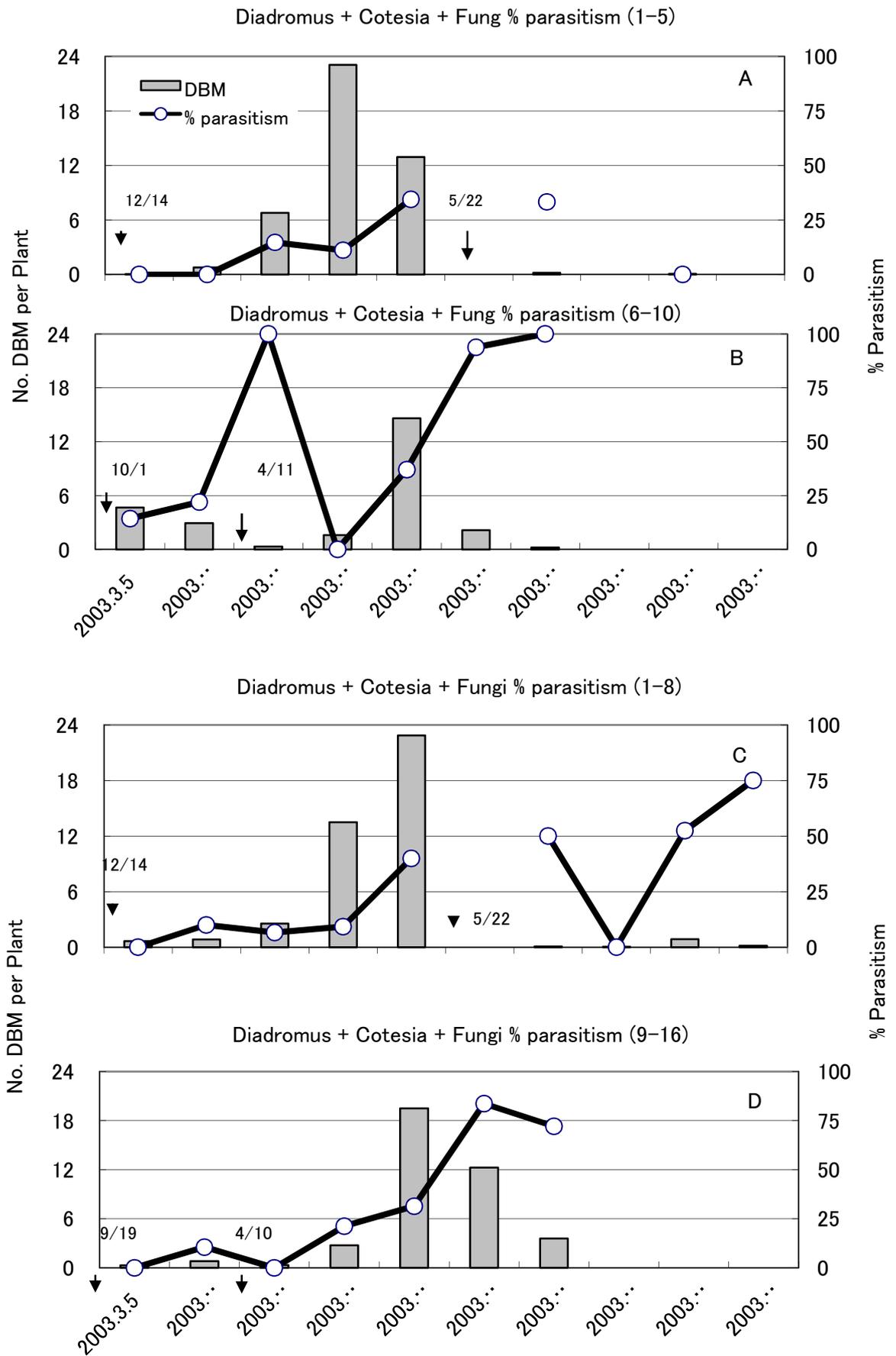


Fig. 33. Seasonal changes of host density and percent parasitism of natural enemies in 2003.

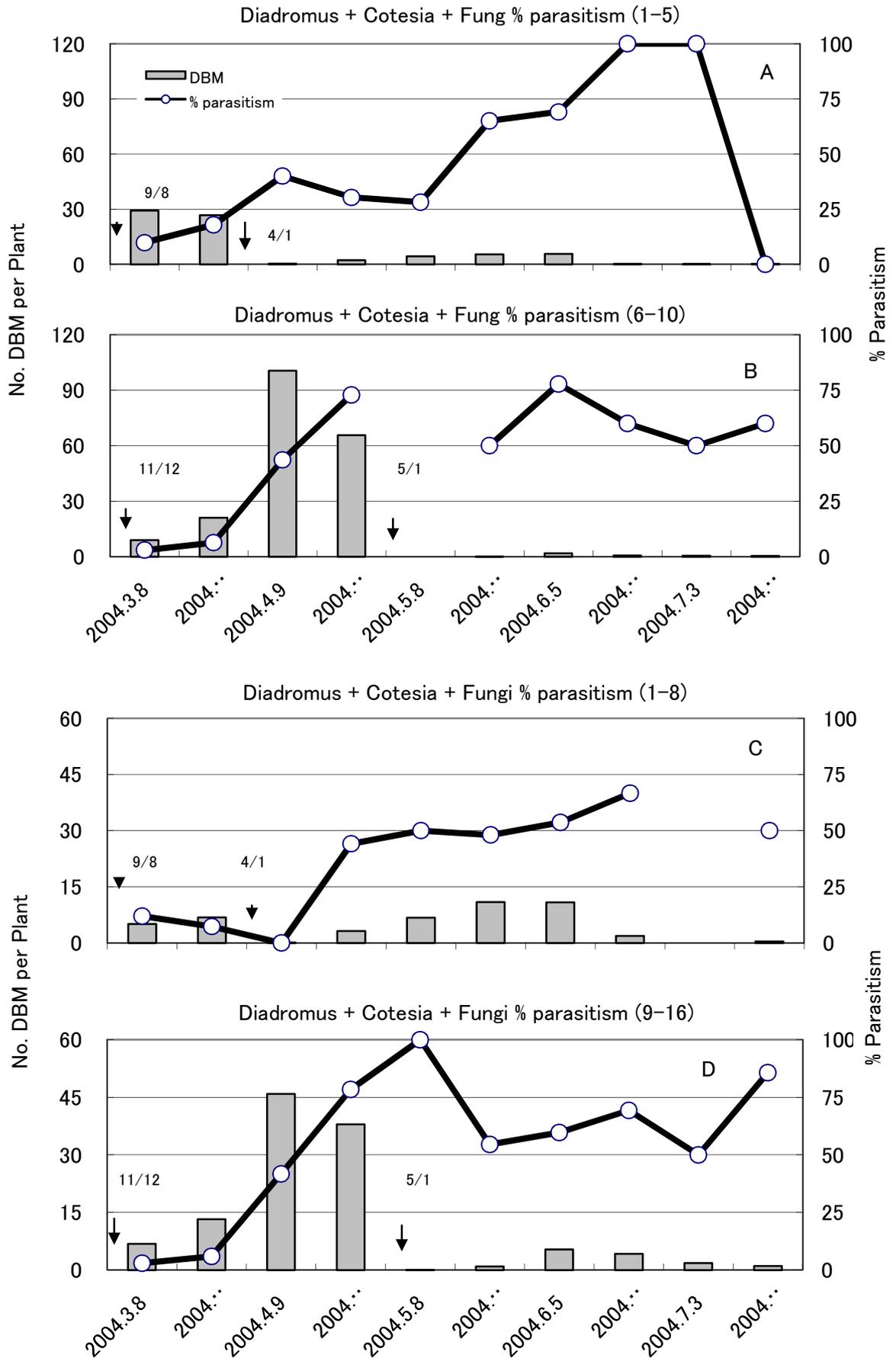


Fig. 34. Seasonal changes of host density (pupae + larvae) and percent parasitism of natural enemies in 2004.

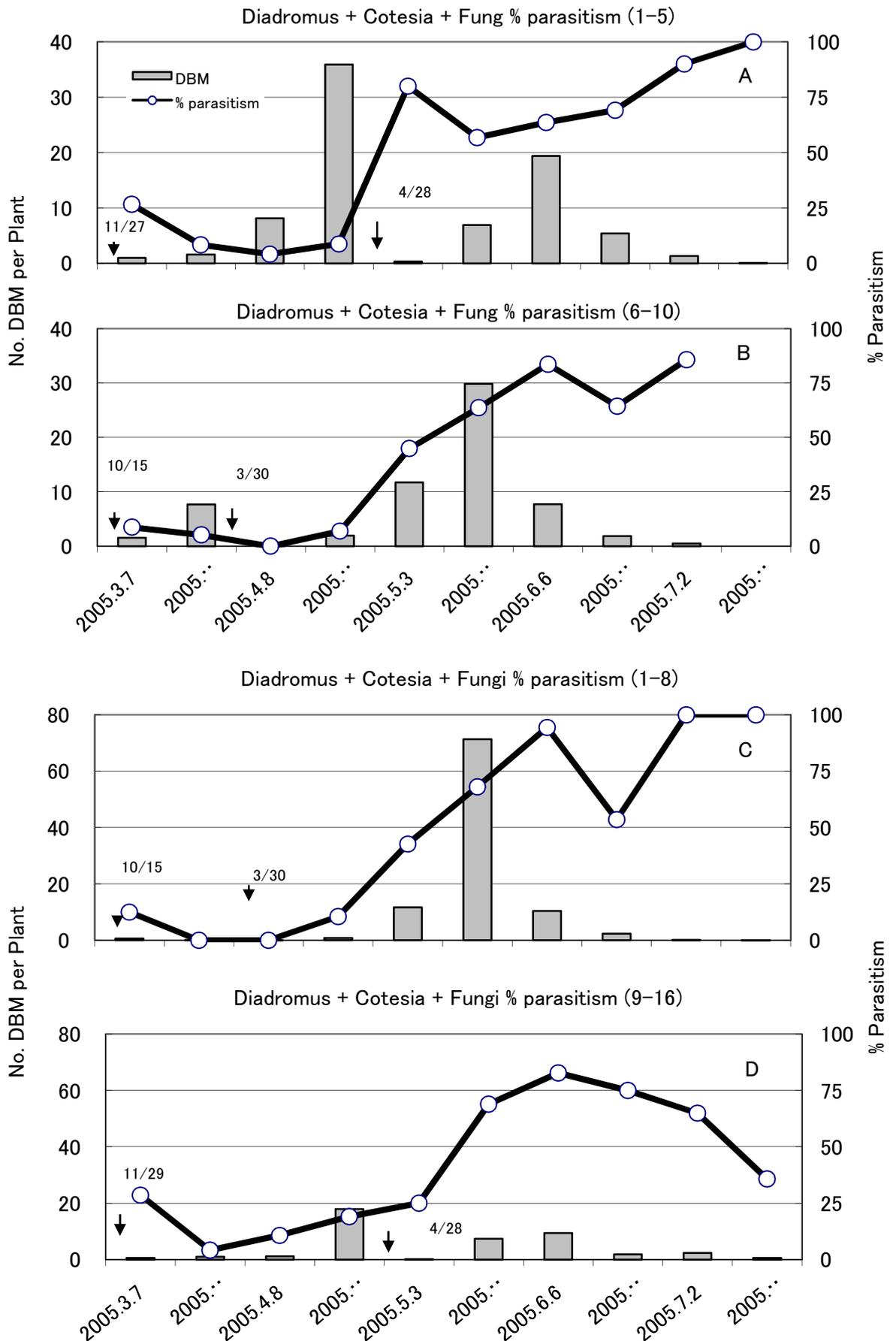


Fig. 35. Seasonal changes of host density (pupaa + larvae) and percent parasitism of natural enemies in 2005.

【2002年】

O圃場:前年9月に定植したキャベツではコナガの密度は3月下旬に株当たり2頭まで増加したが、総死亡率は低かった。4月3日に定植したキャベツではコナガの密度はほとんど高まることなく、株当たり1頭前後で推移したが、総死亡率は4月後半以降60%内外の高い水準であった(Fig. 32-A)。前年の12月に定植したキャベツでは3月下旬からコナガの密度は増加をはじめ、4月下旬にピークに達し、株当たり17頭まで増加した。その後5月上旬と同下旬にはそれぞれ6頭と1頭と減少した。総死亡率はコナガの密度が高まり始めた4月上旬にはまだ10%未満であったが、コナガの密度ピーク時の4月後半には31.6%と上昇した。さらに総死亡率はその後も上昇し、5月上旬と下旬にはそれぞれ67%と93%であった(Fig. 32-B)。

N圃場:3月21日に定植したキャベツでは4月上旬から少しずつ密度が高まりはじめ、5月上旬に株当たり17頭のピークに達した。総死亡率は4月下旬に46.2%、コナガのピーク時には78.7%と上昇し、5月下旬には85%に達した(Fig. 32-C)。前年の12月に定植したキャベツでは、コナガの密度は3月上旬から着実に増加し、4月20日にピークに達し、株当たり36頭に増えた。総死亡率は4月上旬から増加し始めたが、4月下旬のコナガのピーク時にはまだ30%未満であった。しかし、5月上旬には急激な増加があり、84.3%の高い水準に達し、その状態が5月後半までつづいた(Fig. 32-D)。

【2003年】

O圃場:前年12月に定植したキャベツではコナガは3月下旬まで低密度で推移したが、4月上旬に7頭、同下旬に23頭と急激に増加した。総死亡率は4月に入ってやや高まったが、4月下旬のコナガの密度ピーク時でも11%であった。5月上旬、コナガの密度は株当たり13頭と減少し始めたが、このときの総死亡率は34%へと上昇した(Fig. 33-A)。4月11日に定植したキャベツではコナガは4月下旬から増加をはじめ、5月11日に株当たり15頭のピークに達した。このピーク時の総死亡率は37%であった。その後、コナガの密度は急激に低下した時期であったが、総死亡率はさらに上昇し、93.8%に達した(Fig. 33-B)。

N圃場:前年12月に定植したキャベツではコナガの密度は3月下旬まで1頭未満であった。4月上旬から急激に増え始め、4月下旬と5月上旬の株当たり密度は14頭と23頭に上昇した。これらのコナガに対する総死亡率は10%弱~40%であった(Fig. 33-C)。4月10日に定植したキャベツでは同下旬にコナガの密度が3頭、そして、5月上旬に20頭となり、ピークに達した。その後、5月下旬、株当たり密度は12頭となり減少傾向になった。総死亡率は5月上旬から同下旬に高まり、31.4%から83.7%へと上昇した(Fig. 33-D)。

【2004年】

O圃場:前年9月に定植したキャベツではコナガの密度が3月上旬に株当たり29頭、同下旬には27頭と高い状態がつづいた。この時期の総死亡率は9.8%と17.9%であった。4月1日に定植したキャベツでは、コナガの株当たり密度は6頭を超えることがなかったが、総死亡率は4月上旬に40%まで上がり、その後わずかに下がったが、6月上旬以降65%~69%に上昇した(Fig. 34-A)。前年11月に定植したキャベツでは、3月のはじめからコナガの密度増加が始まり4月上旬には株当たり101頭の高密度に達した。その後、4月下旬には66頭に減少した。

総死亡率は3月末まで5%程度であったが、4月上旬には43.6%、同下旬には72.8%へと上昇した (Fig. 34-B)。5月1日に定植したキャベツではコナガの密度増加はほとんど認められなかったが、総死亡率は50~80%の高い水準がつづいた (Fig. 34-B)。

N 圃場: 4月はじめに定植したキャベツではコナガが4月下旬より緩やかに増加し、5月下旬に株当たり11頭になった。総死亡率は4月上旬まで10%未満であったが、4月下旬以降44%~67%で安定していた (Fig. 34-C)。前年の11月に定植したキャベツでは3月から密度増加が始まり4月上旬に株当たり46頭の高密度状態となった。このピーク時の総死亡率は42%であった。総死亡率はその後さらに上昇し、コナガの密度が株当たり37.9頭であった4月下旬には78.4%に達した。5月1日に定植したキャベツでのコナガの密度は5頭内外までしか高まることがなかったが、総死亡率は50~70%で安定していた (Fig. 34-D)。

【2005年】

O 圃場: 前年11月に定植したキャベツではコナガの密度は4月上旬~4月下旬にかけて急激に増加し、株当たり密度は36頭になった。このときまでの総死亡率は10%未満であった (Fig. 35-A)。4月下旬に定植したキャベツではコナガは6月上旬まで増加し続け、株当たり19頭に達した。総死亡率は5月上旬に急激に高まり80%に達し、それ以後は60%~90%の高い状態がつづいた (Fig. 35A)。前年10月15日に定植したキャベツでは3月末まで総死亡率は10%未満であった。3月末に定植したキャベツでは4月下旬からコナガの密度が高まりはじめ5月下旬に株当たり30頭に達した。総死亡率は5月上旬から急激に高まり44.9%、同月下旬には63.6%となり、それ以後は64.3~85.7%の高い状態がつづいた (Fig. 35-B)。

N 圃場: 前年の10月と11月末に定植したキャベツでは冬季の間コナガの密度増加はほとんど認められず、天敵類の活動も小さかった (Fig. 35-C&D)。3月30日に定植したキャベツではコナガの密度増加は5月に入ってから認められ、5月上旬の密度は12頭、同下旬のそれは71頭と急激な増加があった。その後6月上旬に密度が約七分の一に低下した。総死亡率は5月前半から高まりはじめ、コナガ密度のピーク時すなわち5月下旬には68.1%に達し、それ以後もさらに上昇した (Fig. 35-C)。4月28日に定植したキャベツでのコナガの発生は5月下旬に株あたり7頭、6月上旬に9頭認められ、大きな増加は観察されなかった。しかし、総死亡率は6月下旬以降70%前後の高い状態で推移した (Fig. 35-D)。

考 察

ネットを張っていない O 圃場におけるコナガ個体群は 2~3 月から密度の増加が始まり、4 月あるいは 5 月にピークに達し、その後急激な密度低下を示し、その後、夏~秋にはほとんど生息を確認できないくらいに個体数が減少した (Fig. 1)。同様の傾向は餌資源が確保された N 圃場でも認められた (Fig. 2)。これらの結果は南九州のコナガの多発期が春~初夏であるという従来の報告を十分に裏付けると同時、コナガの夏~秋の密度低下の原因が餌資源の枯渇でないことを示しているように思われる。

N 圃場の発生量と O 圃場の発生量の間には高い正の相関関係が認められた。高い相関関係はネットの存在がコナガの季節的な発生パターンに影響しなかったことを示唆している。そして、10 例中 7 例では N 圃場の密度は O 圃場を上回ったが、2 例は逆に O 圃場の密度が N 圃場の密度を上回った (Fig. 3)。また、各年のそれぞれの圃場の最大密度を比較した場合には、2002 年と 2005 年は N 圃場の密度が O 圃場を上回ったが、2004 年ではその逆であった (Fig. 4)。これらの結果はネットの有無とコナガの発生量との間には一定の関係がないことを示唆しているように思われる。

コナガの発生量はキャベツの発育段階や季節に依存して変動するため、発生量の年次間比較は単純ではない。ここではそれぞれの圃場の各年の最大密度をその年の発生量の指標として年次間の変動を検討したい。O 圃場における 2001 年~2005 年のコナガの株当たり密度の最大はそれぞれ、11.3 (2001)、17.6 (2002)、23.2 (2003)、100.7 (2004)、37.8 (2005) であり、N 圃場におけるそれは 22.4 (2001)、36.3 (2002)、23.0 (2003)、45.7 (2004)、80.0 (2005) であった (Fig. 4)。O 圃場の各年の株当たり密度の最大値は 2001 年の 11.3 頭から 2004 年の 100.7 頭までばらついており、変動幅は 8.9 倍であった。同様に N 圃場のそれは 2001 年の 22.4 頭から 2005 年の 80 頭までのばらつきがあり、変動幅は 3.6 倍であった。O 圃場の変動幅が N 圃場のそれを上回ってはるかに大きいのは O 圃場において環境の変化が一層大きいことを示唆しているのかもしれない。コナガのこの 5 年間の年次間変動の特徴として、2004 年と 2005 年の発生量は 2001~2003 年よりかなり多かったと言えよう。

三重県の周年栽培されているキャベツ圃場での調査によると、コナガの発生量のピークは、幼虫では 6 月上旬 (株あたり密度が 20 頭弱) であり、また、蛹では 7 月上旬 (株あたり密度 8 頭前後) である (岡田、1989)。また、盛岡市での同様の調査では、幼虫の発生のピークは 6 月下旬~7 月で、このときの幼虫密度は 14~16 頭であり、蛹のそれは 7 月で株あたり密度は 10 頭強である (野田ら 1996)。コナガの発生時期や密度は地域や年により常に変動するものであり、本研究での結果を岡田 (1989) や野田 (1996) らの結果と直接比較することはできないが、宮崎地方は三重県や盛岡市と比べ低緯度に位置し、冬季の気候が温暖であるため、発生時期も速いようである。また、宮崎地方では 2004 年や 2005 年の結果のようにコナガの密度が三重県や盛岡市よりはるかに高くなることもあり、同地方におけるコナガはキャベツやブロッコリーなどのアブラナ科作物の栽培上一層深刻な害虫といえよう。

寄生蜂の個体群密度の変動: 本研究ではコナガの幼虫と蛹の寄生蜂として数種が認められたが、そのうち、コナガサムライコマユバチ *Cotesia plutelae* (以下コマユバチと略称する) と

ヒメバチの一種 *Diadromus subtilicornis* (以下ヒメバチと略称する) の二種が優占種であった。コマユバチの寄生は通常 3 月末から認められ、発生のピークは年により少し変動したが、4 月下旬～5 月末であった (Fig. 7 & Fig. 8)。すなわち、2002 年と 2004 年の発生のピークは 4 月末であったが、2005 年のそれは 5 月末であった。ピーク時の密度は O 圃場では、株当たり 2～3 頭 (2000～2003 年) と 12 頭～15 頭 (2004～2005 年) であり、N 圃場では 4～10 頭 (2000～2005 年) と 33 頭 (2005 年) であった。ちなみに、三重県におけるコマユバチのキヤベツ株あたり個体数の最大は 5 頭未満で 5 月～6 月に認められており (岡田、1989)、また、盛岡では 15 頭前後が 7 月末に観察されている (野田ら、1996)。一般に、繁殖に好適な環境条件下では寄生蜂個体群の大きさは寄主個体群の大きさによって強く支配されるため、宮崎地方で認められた 2004 年や 2005 年のコマユバチの高い密度は寄主密度の大きさ (Fig. 5 & Fig. 6) によって説明されるかもしれない。また、同様の理由で、7 月以降、宮崎地方において例年認められるコマユバチの極端な密度低下は低い寄主密度に由来するものであろう。

一方、ヒメバチはコマユバチよりやや遅れて出現した。2004 年を除くとヒメバチによって寄生されたコナガの蛹は 4 月になってから観察された。株当たり密度は O 圃場も N 圃場も通常は 4 頭未満であったが、2004 年では 4 月末に株当たり 20 頭を上回った (Fig. 10-D)。ヒメバチの密度は 6 月に激減し、7 月には散発的に確認される程度であったが、この時期はコナガ個体群の激減期に当たり、寄主の枯渇がヒメバチの密度低下を招いたものと思われる。

2002 年には N 圃場のヒメバチの密度が O 圃場のそれを上回った。しかし、2004 年にはその関係が逆転しており、ネットの有無とヒメバチの密度との間に一定の関係を見ることはできなかった (Fig. 12)。コマユバチに比べ大型のヒメバチに対しても 9mm のネットのメッシュはほとんど影響がなかったものと思われる。

コマユバチの寄生率の季節変動：2001 年では O 圃場も N 圃場も寄生率は 4 月 21 日まで著しく低かった。しかし、2 週間後の次の調査日である 5 月 3 日には両圃場とも、また畦に関係なく、寄生率は 50% 前後に上昇した (Fig. 16)。とくに、2001 年の 4 月前半ではコナガの多発期とコマユバチの活動期の間と同調性の欠如が明らかに示されており (Fig. 16-C)、自然条件下では、コマユバチはこの時期にコナガの密度抑制にほとんど働き得ないことを示している。2002 年～2005 年も 4 月前半～後半のコマユバチの寄生率は低いので (Figs. 17,18,19,20)、宮崎地方でのコマユバチの寄生活動は 5 月前半以降に強くなるといえよう。

ヒメバチの寄生率の季節変動：2001 年では O 圃場も N 圃場もヒメバチの寄生は 3 月 24 日まで認められなかったが、4 月上旬には 20～25% の寄生率が N 圃場で観察され、4 月下旬には両圃場で 50% の寄生率が認められた (Fig. 21)。2001 年の 4 月下旬～5 月上旬はコナガの発生のピーク時期であるので、この年はヒメバチの出現時期が寄主の多発期とよく同調していたと言えよう。一方、2002 年では、4 月上旬、ヒメバチの寄生率が最も高かった N 圃場でも 10% 前後であり、コナガの発生のピーク時である 4 月下旬でもヒメバチの寄生率は 20% 未満であった。その後、寄生率は 50%～75% へと上昇しているが、2002 年のヒメバチは寄主の初期の密度増加期には十分働き得なかったように思われる (Fig. 22)。2003 年と 2005 年は 2002 年と同様の傾向であった。しかし、2004 年は 4 月上旬から両圃場において 50% 以上の高い寄生率

が観察され、同下旬には75%以上に達した。この年は3月下旬にすでに株あたり1.5頭のヒメバチの発生があり(Fig. 10-D)、これが4月上旬の急激な増加のための源となったように思われる。さらに、この年は4月上旬にすでに寄主密度が高かったため、高い寄生率は寄生蜂の個体数にも反映し、4月下旬のO圃場では株あたり平均個体数が25頭にも達した。三重県や盛岡市でも本種は春から夏にかけて寄生率が上昇し、7月中下旬に60%以上の寄生率が観察されており(岡田、1989; 野田ら、1996)、好適な環境下で高い寄生率が期待される寄生蜂であると言えよう。

糸状菌感染率の季節変動:糸状菌に感染し病死した幼虫の割合はしばしば50%に達したが、その発生時期は2001年と2002年が5月上旬、2003年が5月下旬、2004年が4月下旬、2005年が6月上旬で、年によりかなりばらついた。糸状菌の高い発生率はコナガの密度が高い時期でのみ観察されたが、3月~4月上旬では密度に関係なく病気の発生は少なかった。従って、糸状菌の発生率は密度のほかに湿度や気温などの気象条件も大きく影響したと思われるが、この点に関しては本研究では明らかにすることはできなかった。

2種の寄生蜂と糸状菌によって引き起こされた総死亡率の季節変動:コマユバチやヒメバチなどの天敵類は冬季の間ほとんど働かず、4月はじめ頃から活動が始まった。このため、4月末までの天敵類によるコナガの死亡率は通常30%未満で、そのはたらきは弱く、2001年4月7日(Fig. 31-c)、2002年4月20日(Fig. 32-d)、2003年4月26日(Fig. 33-A)、や2005年4月20日(Fig. 35-A)などに見られるように、コナガの密度はしばしば株あたり20~40頭に増加した。しかし、5月に入ると天敵類の個体数が急速に増え、寄生率も50%を上回った。本研究ではチェックメソッドによる天敵評価を行うことができなかったが、5月以降の寄生率の上昇傾向とコナガの個体数の急速な減少が並行して同時に観察されており、天敵がコナガの個体数の減少をもたらした主要因であることを示唆しているように思われる。一方、2004年は、ヒメバチの寄生活動が3月末から開始され、4月にはヒメバチの寄生率は60~90%に達した。そして、他の年で認められたような5月におけるコナガの密度増加は2004年に認められなかったという事実はヒメバチの天敵としてのはたらきの強さを裏付けているように思われる。2004年の観察事例は早春の人為的な寄生蜂の放飼が春から初夏にかけてのコナガの増殖を有効に抑えるかもしれないことを示唆しているが、この点に関しては今後の研究に待ちたい。

摘 要

2001年から2005年にかけて実験圃場でキャベツを周年栽培し、定期的なサンプリングによってコナガとコナガの寄生蜂の発生経過を調査した。秋に定植したキャベツではコナガの発生量は翌年3月から増え始め、通常4月または5月にピークに達し、株当たり密度は最大100頭を超えた。コナガの幼虫に寄生する有力な天敵としてコナガサムライコマユバチ *Cotesia plutellae* が認められた。また、蛹の寄生蜂としては *Diadromus subtilicornis* が優占種として確認された。これらの寄生蜂は3月末までほとんど認められなく、4月から寄生活動が始まった。このため、4月にコナガの密度が高くなった年では寄生蜂は密度制御要因とはなり得なかった。寄生蜂の個体数は5月に急速に増加し、コマユバチとヒメバチの株当たり密度の最大はそれぞれ30頭と25頭を超えた。5月～6月のコマユバチの寄生率はしばしば50～75%に達した。一方、ヒメバチのそれは80～90%に達した。これらの天敵の働きでコナガの密度は6月以降急激に低下し、夏～晩秋まで株あたり1頭未満で推移した。早春の人為的な寄生蜂の放飼はコナガの増殖を抑えるかもしれないことが示唆された。

引用文献

- 伊賀幹夫 (1997) コナガの導入天敵 *Diadegma semiclausum* の放飼試験。応動昆 41 : 195-199。
- 北内義弘・野上隆史 (1984) 大分県のキャベツ畑におけるコナガの寄生蜂について。九病虫研会報 30 : 124-125。
- Lim, C.S. (1986) Biological control of diamondback moth. In *Diamondback moth Management (N.S. Talekar ed.)*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, pp.159-171.
- Matsuura, M. (1976) Parasites of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus), their species and seasonal fluctuations. Bull. Fac. Agric. Mie Univ. 54:45-51.
- 野田隆志・宮井俊一・山田慎・小西和彦 (1996) 盛岡市のキャベツ畑におけるコナガ幼虫及び蛹の寄生蜂の種類相と発生消長。応動昆 40 : 164-167。
- 岡田利承 (1989) キャベツ圃場におけるコナガの寄生蜂の種類とその寄生率の季節的消長。応動昆 33 : 17-23。
- Poelking A. (1992) Diamondback moth in the Philippines and its control with *Diadegma semiclausum*. In *Diamondback moth and Other Crucifer Pests (N.S. Talekar ed.)*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, pp.271-278.
- Rushtapakornchai, W. and A. Vattanatangum (1986) Present status of insecticidal control of diamondback moth in Thailand. In *Diamondback moth Management (N.S. Talekar ed.)*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, pp.307-312.
- Talekar, N.S. and A.M.Shelton (1993) Biology, ecology, and management of the diamondback moth. Ann. Rev. Entomolo. 38:275-301.
- Talekar, N.S. and W.J. Hu (1996) Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hyme., Eulophidae). Entomophaga 41: 45-52.
- Talekar, N.S., J.C. Yang and S.T. Lee (1992) Introduction of *Diadegma semiclausum* to control diamondback moth in Taiwan. In *Diamondback moth and Other Crucifer Pests (N.S. Talekar ed.)*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, pp.263-270.
- 田中章・下沖美幸・櫛下町鉦敏 (1991) 鹿児島県におけるコナガの寄生性天敵の種類と寄生率の消長。九病虫研会報 37 : 144-148。
- Thompson, W.R. (1946) A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Section 1, part 8. Imperial Parasite Service, Belleville, Canada. C.I.E. London, pp386-523.

山田偉雄・山口泰治（1985） コナガの寄生性および捕食性天敵 応動昆 29 : 170-173。

Waterhouse, D.F. (1992) Biological control of diamondback moth in the Pacific. In *Diamondback moth and Other Crucifer Pests (N.S. Talekar ed.)*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, pp.213-224.