

山形県における土壌性カニムシ類の季節消長

Seasonal changes of the soil pseudoscorpions in
Yamagata Prefecture, Tohoku-district, Japan.

佐藤 英文

Hidebumi SATO

「鶴見大学紀要」第49号 第4部

人文・社会・自然科学編（平成24年 3 月）別刷

山形県における土壌性カニムシ類の季節消長

Seasonal changes of the soil pseudoscorpions in
Yamagata Prefecture, Tohoku-district, Japan.

佐 藤 英 文

Hidebumi SATO*

要 旨

山形県における多雪地帯の標高200mに分布するブナ林において、1998年から2002年にわたって土壌性カニムシ類の季節消長を調査した。その結果2科6種 (*Mundochthonius japonicus*, *Allochthonius opticus*, *Microbisium pygmaeum*, *Pararoncus* sp., *Bisetocreagris japonica*, *Bisetocreagris* sp.) が合計15,454個体採集された。季節消長を分析した結果、1) 通年出現型 (*Mundochthonius japonicus*)、2) 夏季出現型 (*Allochthonius opticus*, *Microbisium pygmaeum*)、3) 夏季・通年中間型 (*Bisetocreagris japonica*)、および4) 秋季・冬季出現型 (*Pararoncus* sp., *Bisetocreagris* sp.) の特徴を持つことが明らかとなった。

キーワード：多雪地帯 土壌性カニムシ相 季節消長

Key words : region of heavy snow, soil pseudoscorpions, seasonal change

1. はじめに

日本産土壌性カニムシ類の生活史や季節消長の特徴については、これまで数種について明らかにされてきた (加藤・塘 2003、小針 1984、KOBARI 1983、MORIKAWA 1962、坂寄 2001、SAKAYORI 1989, 2001、佐藤 1982, 1988, 2003, 2011、SATO 1984)。しかしこれらの調査は概ね1～2年を通じて実施したものであり、多年度にわたって長期間調査した例はこれまでにない。過去の調査結果を見ると、カニムシの季節消長は温度に影響されることが多く、たとえば佐藤 (2011) では標高の差に応じて大きな変動が認められる。また佐藤 (2003) では、高尾山の同地点におけるメクラツチカニムシの第1若虫のピークに1か月の差が認められており、さらにそれぞれの齢構成にもかなりの変化が認められる。おそらく、これらは調査年度の気象条件が大きな影響を及ぼしているものと推測される。したがって、ある地域のカニムシの季節消長を正確に把握するためには、多年度にわたって調査する必要がある。

そこで今回は5年間にわたって調査を実施し、その年度による揺らぎも考慮しながら季節消長の特徴と生活史を推定することとした。

これまでの調査は、ほとんどが太平洋側を中心とした降雪の少ない地域で実施されている。これらの地域では標高1,000mを超えると、冬季に土壌が凍結し、捕食などの活動が困難な環境となる。これに対して、多雪地帯の土壌環境は冬季でも凍結することが少なく、種によっては活動できる可能性がある。一方、今回調査対象とした地点は、夏季の気温が30℃に達し、関東地方の山地のそれよりも高くなる。多雪地帯でのこれらの特徴を踏まえながら調査しその生態的特徴について考察した。

2. 調査方法

調査地点：山形県最上郡舟形町長尾 (長尾トンネル横) の標高200m～240mの地点で新庄市との境界付近である。

調査期間：1998年6月8日～2002年12月8日までの5年

*230-8501 横浜市鶴見区鶴見2-1-3 鶴見大学短期大学部保育科

Department of Early Childhood Care and Education, Tsurumi University of Junior College,
2-1-3 Tsurumi, Tsurumi-Ku, Yokohama 230-8501, Japan.

山形県における土壌性カニムシ類の季節消長

間、合計40回実施した。ただし、各月の採集日は一定でなく、各月の初旬（1～10日）が5回、中旬（11～20日）が12回、下旬（21日～31日）が23回であった。調査年月日、天候および気温と地温は表-1に示した通りである。

調査地点の植生と土壌条件：調査地点はブナ(胸高直径50cmを超えるものが主体)林であり、低木としてマユミ、ハゼなどが生育していた。この地域はチシマザサに覆われることが多いが、今回の調査地点では比較的まばらで、ほとんど見られない場所も多かった。土壌は3～10cmと比較的厚く堆積しており、人為的影響が少ないと判断した。

調査方法：調査は冬季の降雪量が多い時期を除き基本

的に毎月1回実施した。土壌の採取はおよそ幅50m～長さ100m程度の範囲内の比較的落葉層が厚く堆積し、降水や風の影響による落葉の移動が少ないと思われる個所を選んだ。1個のサンプルの大きさは縦・横・深さ10cm×20cm×10cmであり、その中のL・F・H層を中心としてナイフと小型シャベルで切り取った。採取した土壌は、ポリエチレン袋に入れて段ボール箱に並べて収納した。1回のサンプリングで20～30個の土壌を採取し、実験室に運んでツルグレン装置にかけた。土壌動物の採集には直径50cmの大型ツルグレン装置9個を使用し40W電球で48時間照射して土壌動物を追い出した。装置の下には70%エタノールを入れた瓶を置

表-1. 採集年月日及び気象条件

（12月から3月の日付のないものは冬季は降雪量が多いため採集不能であった。）

1998	気温 (地温)	天候 (積雪)	1999	気温 (地温)	天候 (積雪)	2000	気温 (地温)	天候 (積雪)
Jan			Jan			Jan		
Feb			Feb			Feb		
Mar			26-Mar	5 (2)	晴れ	Mar		
Apr			25-Apr	13 (9)	曇り	22-Apr	13 (8)	曇り
May			30-May	14 (12)	晴れ	21-May	13 (12)	曇り
8-Jun	18 (16)	晴れ	26-Jun	21 (17)	快晴	24-Jun	18 (16)	曇り
12-Jul	24 (19)	晴れ	23-Jul	24 (20)	曇り	31-Jul	23 (22)	快晴
19-Aug	21 (20)	曇り	14-Aug	23 (21)	曇り	24-Aug	25 (23)	晴れ
19-Sep	12 (14)	曇り	25-Sep	21 (19)	曇り	24-Sep	18 (17)	雨
25-Oct	4 (4)	曇り (5cm)	30-Oct	11 (11)	曇り	28-Oct	13 (10)	晴れ
24-Nov	4 (3)	曇り	21-Nov	8 (8)	曇り	25-Nov	5.5 (6)	曇り
20-Dec	0 (1)	曇り	Dec			Dec		

2001	気温 (地温)	天候 (積雪)	2002	気温 (地温)	天候 (積雪)
Jan			Jan		
Feb			Feb		
Mar			29-Mar	6.5 (1.5)	曇り (30cm)
Apr			21-Apr	16 (8)	
12-May	17 (11)	晴れ	25-May	14.5 (11)	晴れ
10-Jun	17 (14)	曇り	22-Jun	15 (15)	晴れ
14-Jul	24 (22)	晴れ	20-Jul	25 (22)	曇り
17-Aug	25 (21)	快晴	19-Aug	23.5 (22)	晴れ
9-Sep	25 (21)	晴れ	22-Sep	17.5 (16)	曇り
7-Oct	16 (15)	晴れ	20-Oct	11 (13)	曇り
18-Nov	7 (6)	曇り	Nov	1 (1.5)	
Dec			8-Dec		曇り

いて装置から降りた動物が入るようにした。すべてのサンプルを一斉にツルグレン装置に設置することができないため、残ったサンプルは夏でも25℃以下に保った暗い場所に保管したが、すべてのサンプルが終了するまで6～7日間を要した。

アルコール標本にした土壌生物は実態顕微鏡下でカニムシ類を選び出し、70%エタノールを満たした2ccの標本瓶に入れて保存した後、計数・同定を行った。全体の比較を容易にするために、図-1以外のデータはすべて1m²あたりの個体数に換算して比較した。

3. 結果および考察

3-1. 調査期間に得られたカニムシ類の総数

5年間にわたる合計40回の採集で得られた土壌性カニムシ類は、2科5属6種であり、総計は15,454個体であった。詳細は以下に示したとおりである。

ツチカニムシ科

- 1、メクラツチカニムシ *Mundochthonius japonicus*
13,310個体
- 2、オウギツチカニムシ *Allochthonius opticus*
553個体

コケカニムシ科

- 3、ツノカニムシの1種 *Pararoncus* sp.
8個体
- 4、チビコケカニムシ *Microbisium pygmaeum*
307個体
- 5、ミツマタカギカニムシ *Bisetocreagris japonica*
301個体
- 6、カギカニムシの1種 *Bisetocreagris* sp.
975個体

これらの中で、ツノカニムシの1種はアカツノカニムシと酷似しているが、形態に若干の違いが認められたため、類似種として扱った。同様にカギカニムシの1種はチビカギカニムシに類似していたが、細部に形態上の違いが認められたため、類似種として扱った。

個体数の多い順に全体に占める割合を示すとメクラツチカニムシ（86.13%）＞カギカニムシの1種（6.31%）＞オウギツチカニムシ（3.58%）＞チビコケカニムシ（1.99%）＞ミツマタカギカニムシ（1.95%）＞ツノカニムシの1種（0.05%）であった。種ごとの個体数と順位の間を図-1に示したが、元村（1932）の等比級数則に合致していた。

メクラツチカニムシはよく発達した自然林で土壌が

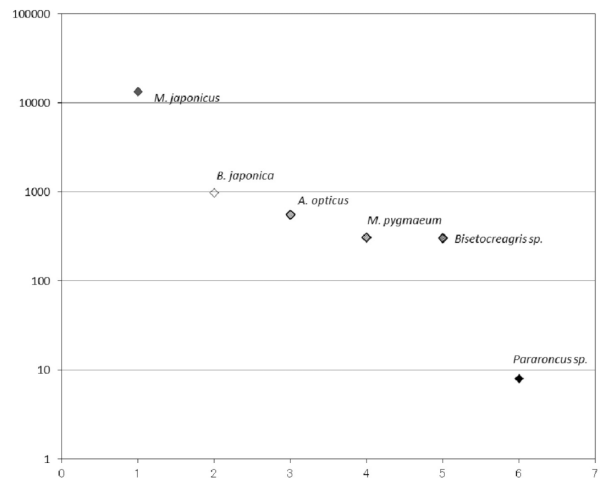


図-1. 採集種の個体数関係（縦軸は対数）

安定している環境に優占することが知られており（佐藤2003）、今回の結果も同様の傾向を示した。これに対して、最も個体数が少なかったツノカニムシの1種は冬季を中心に出現する種であり（佐藤2003）、降雪によって調査が不可能になったために個体数が少なく見積もられてしまった可能性がある。

3-2. カニムシ群集の多様性（ β -指数）

群集の豊かさを示す指標として様々な多様度指数が考案されているが、ここでは森下（1967）の β 指数を用いた。5年間にわたるすべての結果を基に算出した結果、 $\beta = 1.34$ であった。佐藤（2003）は関東地方と東北地方の合計17地点における β 指数の結果から森林の発達状態を推定したが、人為的影響がきわめて大きいために極端に種数が少ない森林と人為的影響のほとんど見られない極相林では β 指数の値が低くなる傾向を示している。人為的影響が大きい森林ではカニムシの種数と個体数が少ないことが原因であるのに対して、極相林では1種類（メクラツチカニムシ）の個体数が他種に際立って優占することが原因であり、どちらも β 指数が2.0を下回る。今回の調査結果ではメクラツチカニムシが全体の86.13%に達しており、 β 指数も2.0以下であることから、土壌環境がきわめて安定した人為的影響の少ない極相林と判断される。

次に、5年間の結果を基に月ごとの β 指数を算出し、平均値の推移を図-2に示した。それによると最低値が6月の1.16、最高値が11月の1.93であった。また、5月及び11月に1.5以上の値を示したが、他の月においては比較的安定した値（1.5以下）を示した。5月の値が高くなるのはメクラツチカニムシの個体数が減少することによるものであり、一方11月の高い値は他種の個体数

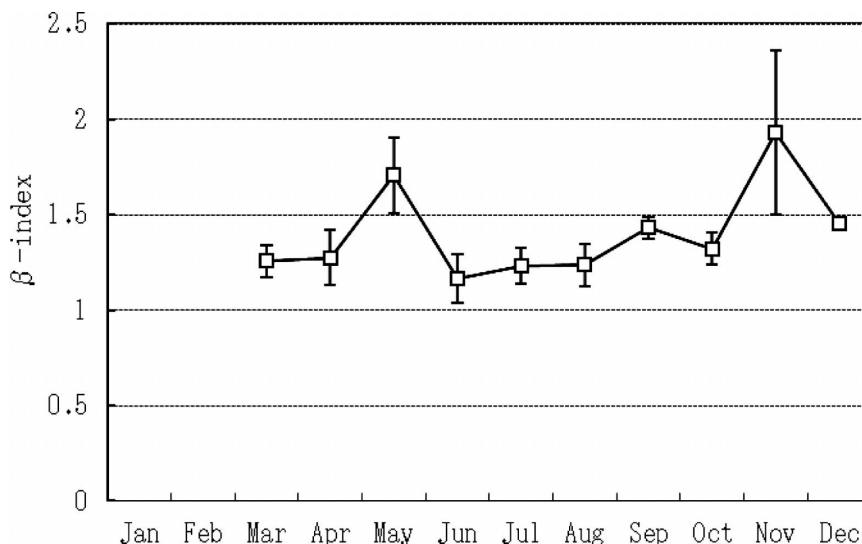


図-2. β 指数の季節変動.

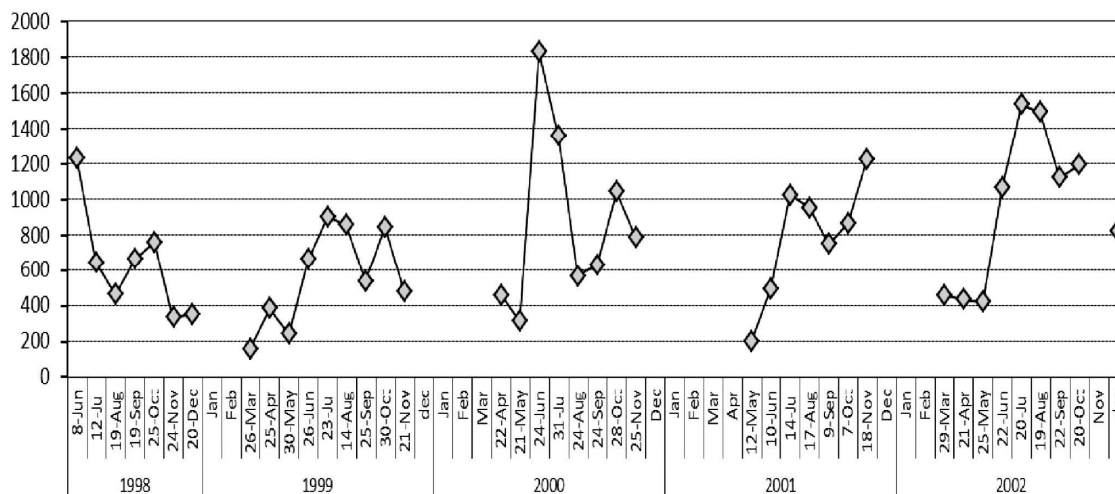


図-3. カニムシ類総個体数の季節変動.

増加が影響しているためと考えられる。 β 指数の変動は個々の種の生態的違いが相互に関わりあっている。たとえばメクラツチカニムシは年間を通して出現するのに対してオウギツチカニムシは夏季、アカツノカニムシやチビカギカニムシの1種などは冬季を中心に出現する。これらの組み合わせが β 指数の値に影響していると考えられる。

3-3. 総個体数の季節変動

カニムシ類はダニやトビムシと比較して個体群密度が低いことが知られている。しかしながら時には1m²当たり1,000個体を越えることもある。本調査における各月の1m²あたりの密度の消長を図-3に示した（以下すべて1m²あたりの平均密度で表現する）。年度によって消長が著しく異なっているように見受けられるが、概ね

年2回のピークを示していることが伺える。すなわち6～8月を中心としたピーク及び10～11月を中心としたそれである。このうち密度が1,000個体を超えたのは、6月が3/5回、7月が3/5回、8月が1/5回、9月が1/5回、10月が2/5回、11月が1/4回であった。恐らく気温の年ごとの差異や降雪量の影響で繁殖期や脱皮時期にずれが生じることが変化の原因になっているものと推測される。

3-4. 種ごとの季節変動

カニムシ類は一般に第1若虫・第2若虫・第3若虫の段階を経て成虫となる。これらは触肢動指上の感覚毛（第1若虫1本～成虫4本）の数によって容易に判別できる。しかしながら、チビコケカニムシのように3本の感覚毛で成体となり（ネオテニーと思われる）、そのほと

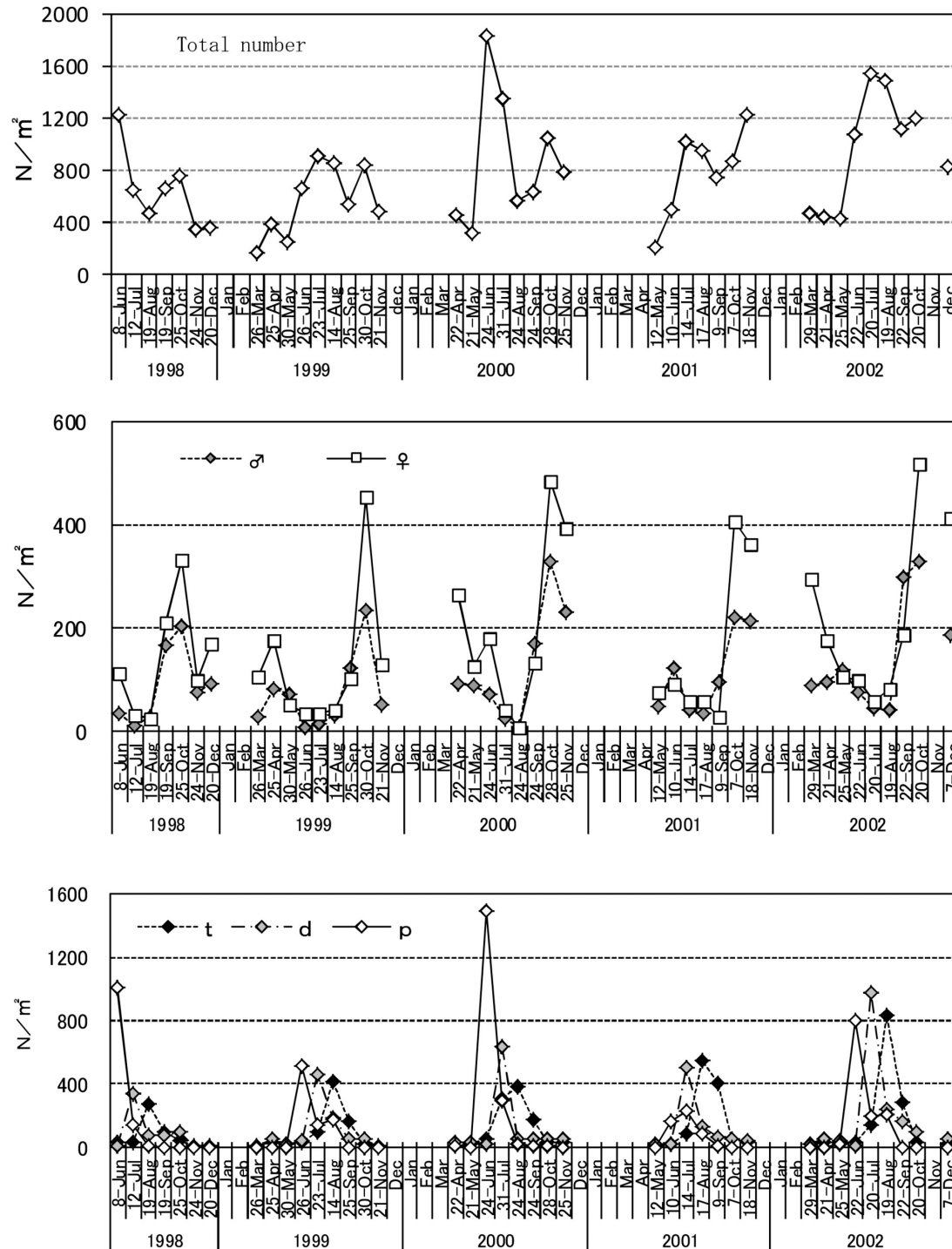


図-4. メクラツチカニムシ *Mundochthonius japonicus* 各齢の季節消長 (t-第3若虫、d-第2若虫、p-第1若虫)。

んどが雌で、雄が減多に採集されない種が知られている (SAKAYORI, 1989)。また、ツノカニムシの仲間のようにな第1若虫が減多に採集されない (おそらく母個体と一緒に巣に閉じこもっている) 種も知られている。その特性を踏まえながら本調査においても各齢構成とその変動を調べ、種ごとの生態的特徴を考察することにした。

3-4-1. メクラツチカニムシ *Mundochthonius japonicus*

本調査でもっとも個体数の多かったメクラツチカニムシの全個体数及び各齢の消長を図-4上段に示した。個体数の推移は図-3に示した全種総個体数の推移に類似しており、6~7月頃及び11月頃の2つのピークが認められる点もほぼ一致した。本種は全体的には年間を通じて採集され、佐藤 (2003) の分類に従えば通年型出

現種であるといえよう。また本種は、冬季に営巣することはなく、成虫も幼体もそのままの状態越冬するが、腹部に極端な縮小が観察されることから、おそらく捕食活動はおこなわないと推測される。佐藤（2003）の記録では厳冬期の凍結した土壌中からも採集されており、寒さに対して強い耐性を持つと考えられる。

図-4の中段には雄および雌、下段には第1若虫から第3若虫の季節消長を示した。年度によって違いが認められるが、概ね5月から8月に成虫の著しい減少が認められる。一方、10月から11月にかけて成虫の個体数は著しい増加を示している。

第1若虫は5年にわたる調査のうち6月にピークを示すことが4回認められ、2001年のみが7月のピークを示している。また7月から8月に若干の第1若虫が認められるものの、9月以降は全く採集されていない。一方、第2若虫は5年間すべてにおいて7月にピークを示し、その後急激に減少したが、若干の個体は12月まで残っていた。また一部の個体は4月にも採集されていることから越冬個体が存在するとみられる。第3若虫では8月に明瞭なピークを示し、その後9月から10月に急速に減少した。一方、4月にも少数ながら出現することから、おそらく第3若虫の一部は越冬して翌年に成虫に脱皮していくものと推測される。

春から初夏にかけて本種は繁殖のために営巣することが知られている。土壌性カニムシ類は繁殖期になると巣に閉じこもり抱卵する性質があるため、これらの個体はツルグレン装置ではほとんど採集できない（GABBUTT,1970）。また、本種は繁殖期を終えると間もなく死亡すると推測される（加藤2003）。したがって、5月から8月における成虫の著しい減少は、繁殖のために採集不能となることに加え寿命による死亡が原因と考えられる。一方、9月以降の増加は、5～8月に誕生した第1若虫が順次脱皮して成体に達するものと考えられる。佐藤（2003）が述べているように、本種の成体まで要する成長期間は比較的大きな差が認められる。恐らく第1若虫誕生時期に時間的ずれが生じるため一斉に成虫となることはなく、早いもので誕生から年内に、遅い個体で翌年の夏にかけて成虫まで進むものと推測される。

第1若虫は概ね6月から7月にピークを示し、その後著しく減少することから、大部分の個体はこの時期に第2若虫へと脱皮していくと考えられる。しかしながら、一部の個体は春にも（2000年4月、2002年5月）少ないながら出現する。これらは前年の夏の終わりに第1若虫となり、気温の低下とともに活動を停止して越冬した個体が採集されたと考えられる。

第2若虫はすべての年度で7月にピークを示し、その後急速に減少したが、少数ながら翌年の6月まで採集さ

れ続けた。また、第3若虫でもすべての年度で8月のピークを記録したが、その後減少して翌年まで続いている。これらの曖昧さは、先に述べた時間的なずれであり、この性質が幅広い温度環境に適応することを可能にしているのであろう。

成虫の抱卵と同様に、第1若虫から成虫になるまでの3回の脱皮の間、土壌性カニムシは巣を作って閉じこもる。そのため、脱皮中の個体をツルグレン装置で採集することはできず、グラフに空白時期が生じる。このことを考慮しながら若虫の推移を考察しなくてはならない。第1若虫から成虫の個体数の季節的推移をみると、第1若虫が誕生する時期は概ね6～8月であり、早い時期に誕生した個体は気温の高い夏季に第2若虫、第3若虫そして成虫へと成長が進むが、10月以降は気温低下に伴って活動を停止し、翌年に再び脱皮していくと考えられる。佐藤（2003）は関東地方の標高2,000m地点で本種の調査を実施したが、そこでは第1若虫も年間を通じて多数採集され、他の若虫や成虫も同様であった。標高2,000mでは成虫まで成長して繁殖可能になるまでに3～4年を要すると推測された。これらの個体を低地（横浜）で飼育したところ、1年以内にほとんどの個体が成虫になっていることが観察されている（佐藤未発表）。恐らく本調査地点においても、1年以内に生活史を全て完結させるのではなく、一部は翌年にもちこすと考えられる。以上のことから、山形県舟形町においては基本的に第1若虫が誕生し、多くはその年の内に成体に達するが（年1化性）、発生が遅れた一部の個体は翌年にかけて順次成体になっていくとみられる。

3-4-2. オウギツチカニムシ *Allochthonius opticus*

オウギツチカニムシの全個体数及び各齢の個体数の5年間にわたる変動を図-5に示した。図の上段を見ると、1999年で7月に小さなピークが認められたものの、すべての年度で5～6月と9月に2回のピークを示した。一方、冬季にはほとんど出現しなかった。これは佐藤（2003）が示したように、本種は夏季を中心に出現するタイプであるためと考えられる。恐らく冬季には営巣するか地中深く潜ることによって越冬すると推測される。

図-5中段を見ると、全体的に雌雄ともに5月から7月を中心にピークを示している。この時期には雄の個体数が雌よりも多い傾向を示しており、おそらく5月から7月が受精抱卵の時期ではないかと推定される。実際にグラフ下段の第1若虫の推移をみると、6～8月に不明瞭ではあるがピークを示していることからもうかがえる。しかしながら年度ごとのピークを見ると1998年には8月、1999年には7月、2000年には6月、2001年には8月と9月、2002年には6月及び9・10月であり、夏季を中心として出現していることでは一致しているが、その時期

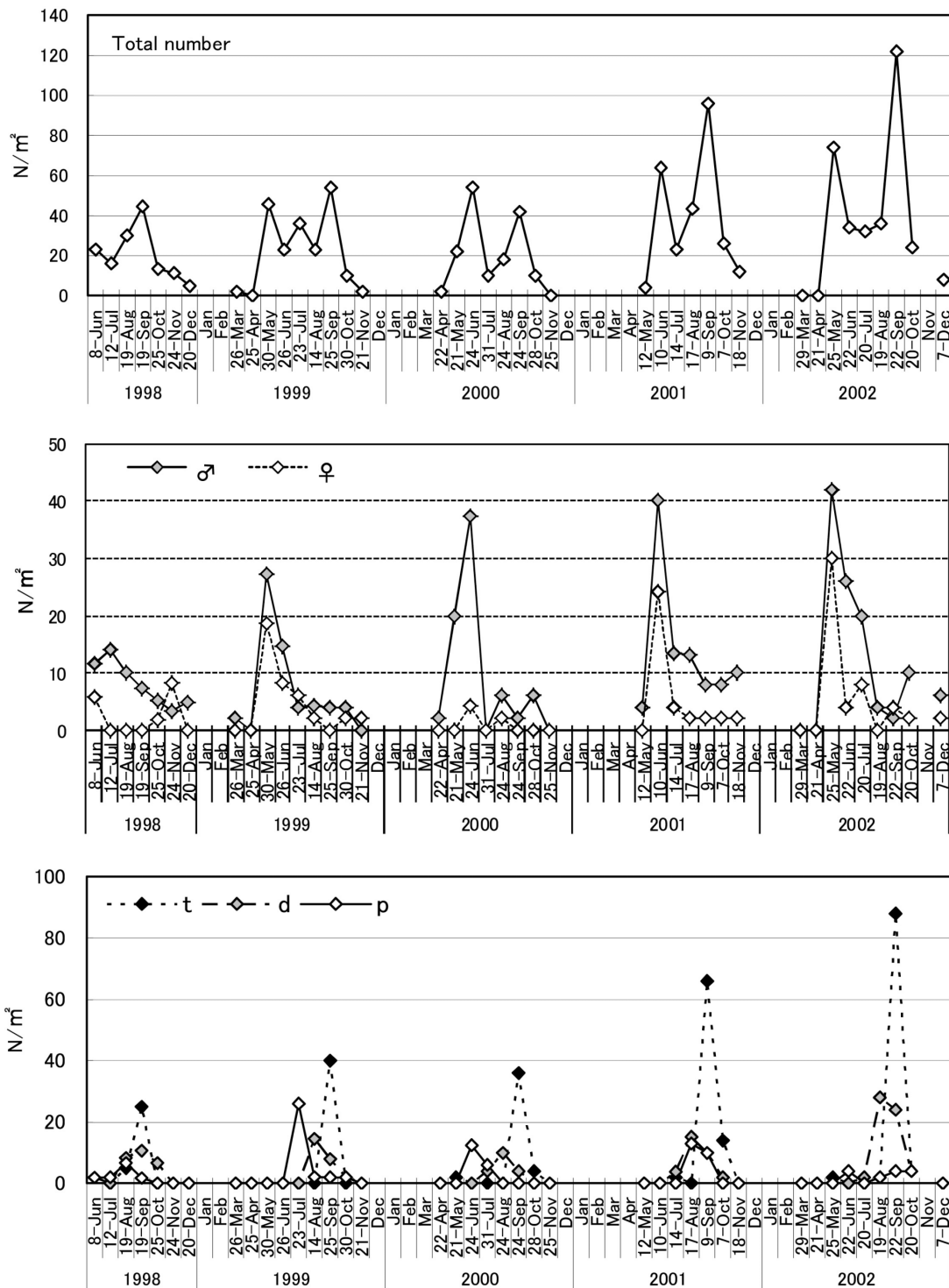


図-5. オウギツチカニムシ *Allochthonius opticus* 各齢の季節消長 (t-第3若虫、d-第2若虫、p-第1若虫)。

はきわめて不安定である。一方、第2若虫は8月から9月を中心に出現している。さらに第3若虫はすべての年度で9月を中心にピークを示している。第1若虫は恐らく7～9月の間に第2若虫に脱皮するものと考えられる。これに対して2002年においては第1若虫が9月から10月にかけて採集されており、年内にすべて第2若虫になると

は限らない可能性をうかがわせる。

第2若虫及び第3若虫は一部の個体が成虫まで進むものの、10月以降は巣に入ったままで越冬し、翌年に成長が持ち越されるのではないかと考えられる。つまり第2若虫と第3若虫の10月以降の減少は脱皮によるものというよりも越冬によるものと推測される。そのため、

山形県における土壌性カニムシ類の季節消長

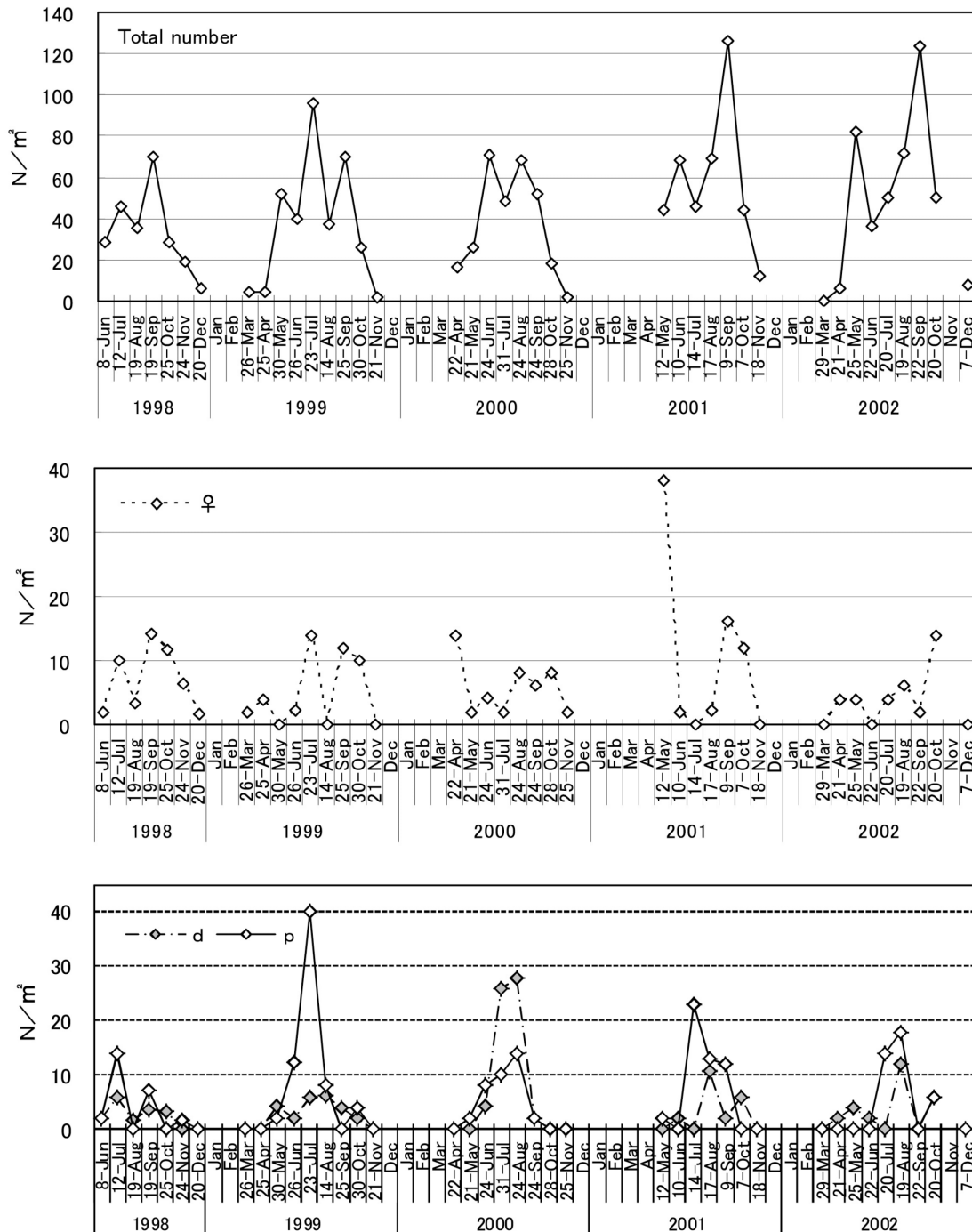


図-6. チビコケカニムシ *Microbisium pygmaeum* 各齢の季節消長
(d-第2若虫、p-第1若虫、本種は第3若虫に相当する個体が♀)。

若虫個体においては、新しい世代と越冬した古い世代とが重複している可能性がある。当然のことながら成虫においても前年秋に成虫となった個体と春に新しく成虫となった個体とが混じっている可能性がある。佐藤（2003）では東京高尾山の標高500m地点において同様の状況が認められており、生活史が単純ではないことをうかがわせる。

メクラツチカニムシの場合は、成虫も若虫も越冬時

に巣に閉じこもらないのに対して、本種は冬季には滅多に採集されないことから巣に閉じこもると考えられる。その巣が越冬のためだけであるのか、あるいはそのまま次のステージに脱皮する目的も兼ねているのか、は不明である。さらに、たとえば2002年の10月に採集された第1若虫が翌年にかけて成虫まで成長するのか、あるいは死亡してしまうのか、などいくつかの可能性が考えられる。このようにオウギツチカニムシが持つ

特徴のため生活史の解明が困難になっている。たとえば、佐藤（2003）では関東地方の標高1500mでは春から秋にかけて本種のすべての齢が採集されており、生活史が複数年に及ぶことが示されている。今後、本種の生活史を明らかにするためには飼育を試みる以外に、研究方法の変更が求められる。

3-4-3. チビコケカニムシ *Microbisium pygmaeum*

チビコケカニムシは他の種と生物学的特徴が異なっている。すなわち、まず成虫では雄がほとんど発見されず、大部分が雌である。また成虫の触肢動指の感覚毛数が3本であり（他種は4本）、幼形成熟ではないかといわれている。本調査でも雄個体は全く採集されなかった。

合計個体数及び各齢の季節変動を図-6に示した。上記の特性を考慮しながら、まず図-6上段に示した総個体数の出現時期を見ると、夏季を中心に毎年2〜3回のピークを認めることができる。第1のピークは5月が2回、6月が3回であり後半のピークは9月が4回、8月が1回であった。1999年には7月にも明瞭なピークが認められた。一方、10月以降は個体数が激減し、11月以降はほとんど採集されなかった。このことから、本種は夏季出現型であり、寒冷な時期には営巣によって越冬するものと考えられる。佐藤（2003）によれば、関東地方の標高1500mでは夏季出現型を示すのに対し、標高30〜40mの低地では通年出現型を示しており、地温が高い環境においては越冬時の営巣はないと考えられる。

図-6中段に示した成虫雌の出現を見ると、5月〜7月及び9月〜10月にピークが確認されている。恐らく前者は越冬個体及び前年度若虫で越冬した個体が成虫となって出現していると考えられる。これに対して後者はその年に誕生した第1若虫が成虫まで達したのと考えられる。その後冬季の減少は越冬によるものと推測される。

図-6の下段における第1若虫の消長を見ると、6月から8月にかけてピークを示している。これは他の種に比べて雌の繁殖時期が若干長期間にわたることを示唆している。その結果、第1若虫の一部はそのまま翌年まで越冬し、一部で5月の小さなピークを示しているものと考えられる。

第2若虫は8月から10月に出現する個体が多いが、4〜6月にも確認されている。恐らく第2若虫として越冬した個体及び前年の第1若虫が越冬後に第2若虫に脱皮した個体が混じっていると推測される。

本種の生活史を考えると、温暖な地域では夏季に第1若虫が出現し、翌年の夏までにすべての個体が成虫に達すると考えられる。関東地方の低地では大部分の個体が第1若虫誕生後年内に成虫に達していることから

(KOBARI 1983, 佐藤2003)、山形県ではそれよりもやや翌年にずれこんだ生活史を持っているものとみられる。一方、関東地方の標高1500mでは第1若虫及び第2若虫の出現が夏から秋にかけて長く続き、翌年の夏ごろから成虫に達する個体が多いため、生活史が2年以上に及ぶと思われる。他の種と異なり、脱皮回数が1回少ないだけ他種と比べて特異的な生活史となっている可能性が高い。

3-4-4. ミツマタカギカニムシ *Bisetocreagris japonica*

本種は暖温帯から亜寒帯針葉樹林下部まで分布するやや大型のカニムシである。図-7上段に総個体数、中下段に各齢の季節消長を示した。総個体数の季節消長を見ると、5年間の増減がそれぞれ全く異なっており一定していない。これは恐らく個体群密度が少ないこと、および各齢の構成が年度によって大きな差が生じているためと考えられる。佐藤（2010）は関東地方の低地から標高2000mにかけて本種の垂直分布と季節消長について述べている。それによれば、標高2000mには分布せず、1500mおよび1000mでは比較的個体数が少ない。また1000〜1500mでは冬季に減少する傾向を示し、夏季出現型となっている。これに対して標高500m及び30〜40mにおいては冬季も多数出現し通年出現型を示している。今回の調査結果を見ると、夏季出現型と通年出現型の中間的な様相（冬季に少ないながら採集される）を示しているといえよう。これは、厳冬の積雪量が多いために土壌が凍結するほど地温が低下しないため、少数の個体が営巣することなく越冬することを示唆している。

雄と雌の季節消長を図-7中段に示した。全体的に雌個体が雄個体よりも多い傾向にあるが、これが本種の特徴を示すものかどうかはわからない。佐藤（2010）の調査で関東地方の低地における繁殖期は5月から7月前半あたりが中心であるとみなされることから、おそらく本調査地点においてはそれよりもやや遅れて6月後半から7月下旬頃が中心ではないかと推定される。

図-7下段に示した若虫の消長を見ると、1998〜2000年にかけては第1若虫が際立って多くなる時期が観察されなかったが、2001年と2002年に明瞭なピークが認められている。これは恐らく本種の生息密度が低いために生じた誤差の可能性が高い。しかしながら、明瞭な2つのピークはいずれも7月であり、このことから6月を中心に雌が抱卵し7月に第1若虫として出現したといえ成虫の減少にも対応している。第2若虫と第3若虫のピークはいくつか認められるが、いずれもやや不明瞭であり、個体数が少ないことと成長に要する時間に個体差が生じるためであると考えられる。佐藤（2011）が関東地方低地で調査した結果によれば、本調査地点よ

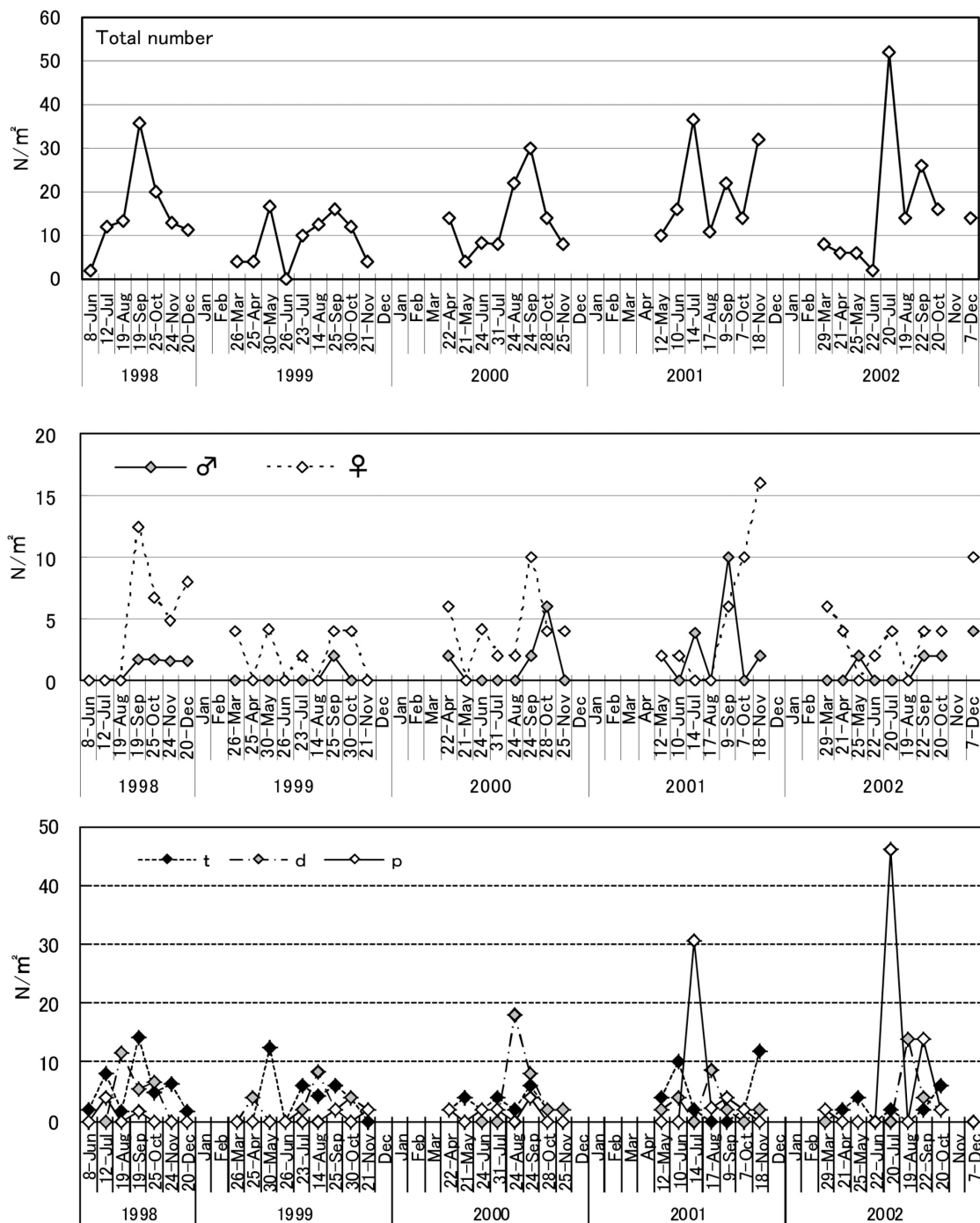


図-7. ミツマタカギカニムシ *Bisetocreagris japonica* 各齢の季節消長 (t-第3若虫、d-第2若虫、p-第1若虫)

りも温暖な神奈川県三浦半島においても第1若虫から第3若虫がいずれも年間を通じて採集することができることから、若虫が次のステージに成長するまでの時間が長く、かつ個体間に大きな差が認められている。従ってメクラツチカニムシやオウギツチカニムシよりもゆるやかに生活史が推移していくのであろう。本調査地はより寒冷であることから、少なくとも成虫に達する

までに複数年を要すると推測されるが、個体によってその年数に差が生じるものと考えられる。

3-4-5. カギカニムシの1種 *Bisetocreagris* sp.

本種はカギカニムシの仲間としてはやや小型の種であり、チビカギカニムシに近い形態をしている。全個体の出現傾向を図-8の上段に示した。それによれば、5

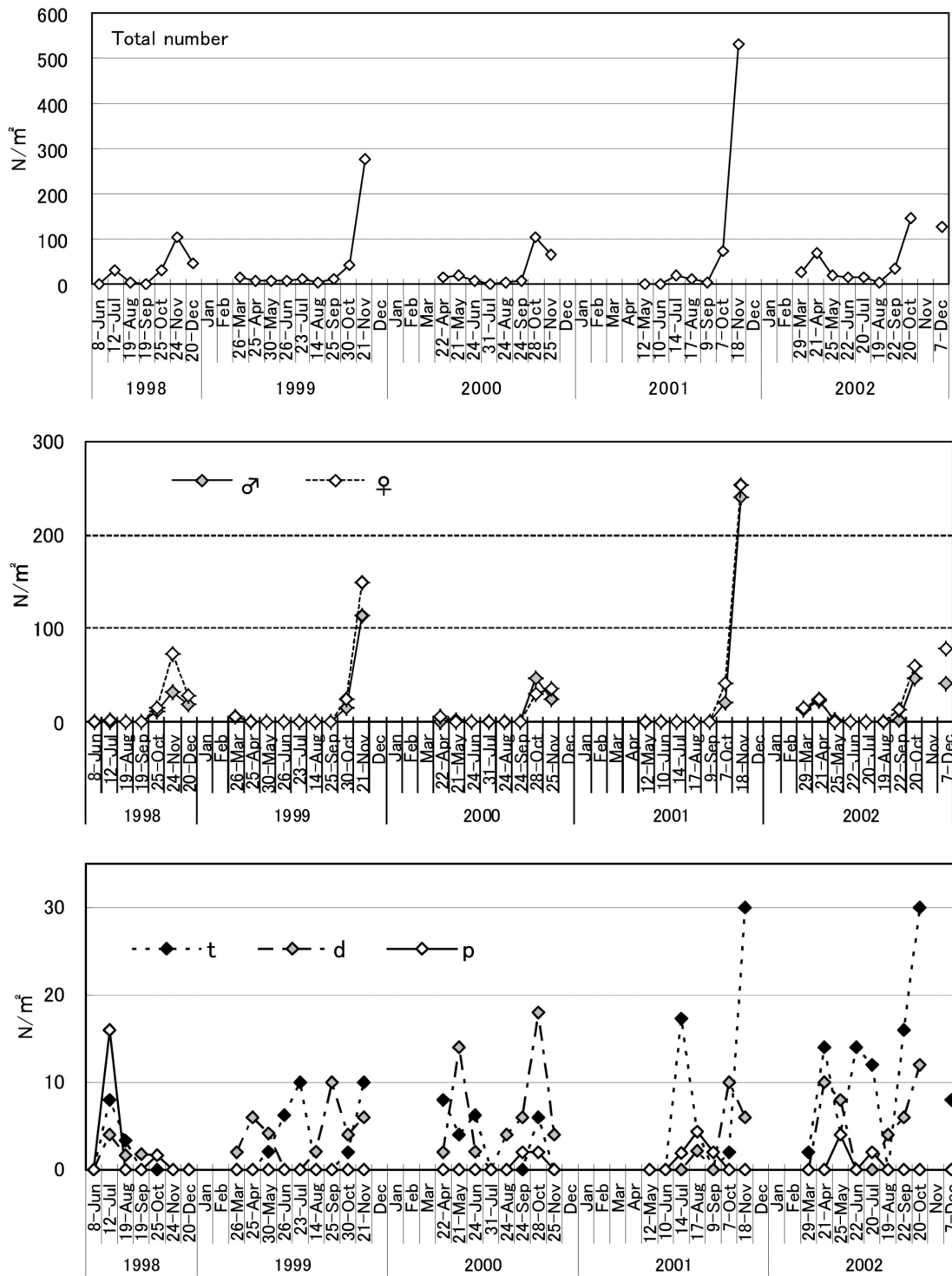


図-8. カギカニムシの1種 *Bisetocreagris* sp. 各齢の季節消長 (t-第3若虫、d-第2若虫、p-第1若虫)

月から7月に小さなピークが見られ、夏季には個体数が減少することが多くなるのに対し、10月以降の寒冷期に著しい増加が認められる。しかしながらアカツノカニムシなどのように夏季に全く出現しないわけではなく少数ながらも採集されている。この結果から、大部分の個体は秋から冬を中心に活動し翌年の春まで続くと考えられる。その意味ではやや不完全な冬季出現型

といえる。

図-8中段に示した雌雄の季節消長では、3～4月に若干出現し、夏季にほとんど姿を消した後、10月から12月に多数出現している。1月から3月は2mを超える降雪のため採集不可能であったが、落葉土壌は凍結しておらず本種が活動が続けていることが部分的調査で確認されている (佐藤未発表)。

山形県における土壌性カニムシ類の季節消長

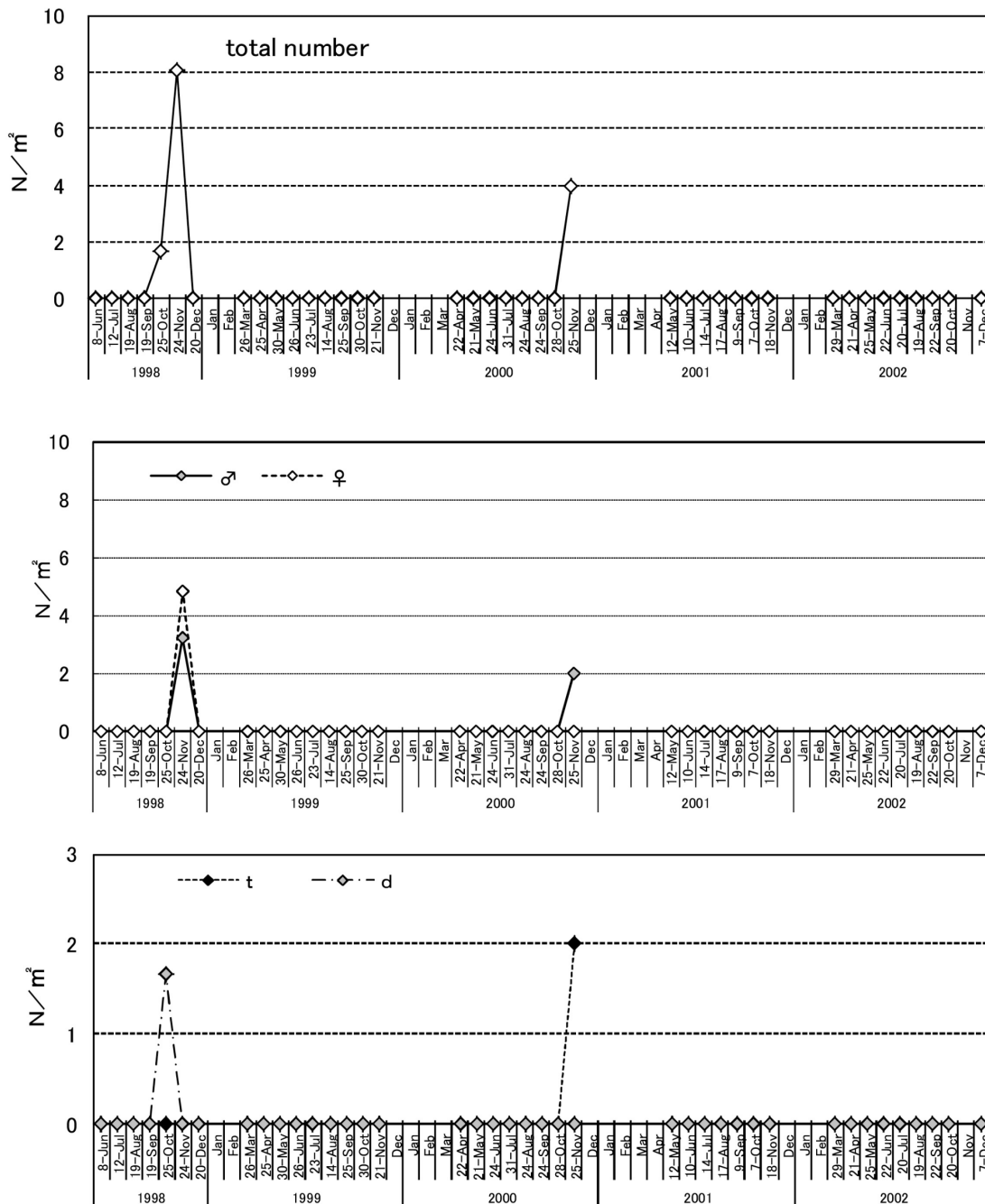


図-9. ツノカニムシの1種 *Pararoncus* sp. 各齢の季節消長 (t-第3若虫、d-第2若虫、第1若虫は減多に採集されない)。

図-8下段の若虫の推移をみると、第1若虫では1998年には5月に採集されている。このことから恐らく第1若虫が誕生するのは初秋にかけてであろうと推測される。雌の個体数の推移をみる限り、受精や抱卵の時期を予測することは困難である。一方、第2若虫は春と秋以降の2つのピークを示したが、おそらくこれは秋から春にかけて出現していて、成長に応じて順に次のステージへと脱皮していくものと推測される。第3若虫は、ピー

クを示す時期がより不鮮明になり、年度によって春、夏、秋のいずれにも増加が認められる。これは、ミツマタカギカニムシでみられるように第3若虫に達するまでの時間がかかなり長く、複数年を要することが原因と推測されるが、明確なことはわからない。

本種は比較的寒冷な地に生息する種と考えられる。佐藤（2003）による近似種のチビカギカニムシの標高1500mにおける調査結果を見ると、春および秋から冬

を中心として出現する種であり、第1若虫が夏季を中心に出現するものの第2若虫から成虫は秋から次の春まで出現することから、本種と類似した生活史を示すと考えられる。

3-4-6. ツノカニムシの1種 *Pararoncus* sp.

本属は、これまでの調査結果ではすべてが寒冷な時期（秋から冬を経て翌年の春まで）に出現する。神奈川県横浜では11月から4月上旬まで採集され、地温の高い時期には全く採集されない。標高2000mの亜高山針葉樹林帯では4～6月及び9～11月に出現し、凍結しない範囲で寒冷な時期に活動しているものと思われる（佐藤、2003）。また本属に近い種では第1若虫が成虫雌の作る巣に同居すると考えられ（GABBUTT、1967）第1若虫がツルグレン装置では減多に採集されない。

図-9上段にツノカニムシの1種の合計個体数の季節変動を示した。採集されたのは1998年及び2000年の9月、10月、11月であった。この結果から本調査地では秋季出現型に見えるが、厳冬期に雪を掘って土壌を採取した際に成虫個体が複数得られていることから（佐藤・未発表）冬季出現型であろう。

図-9中段を見ると、雌雄ともに11月に採集されている。恐らく本種は低い密度のため、10月や4月に採集されなかったものと思われる。

図-9下段に若虫の出現を示したが、第2若虫が2008年10月に、第3若虫が2000年11月に採集されたのみであった。これらの結果から、生活史を推定することはできず、今後の調査が待たれる。

4. まとめ

今回の調査によって、多雪地帯における土壌性カニムシの季節消長を基本とした生活史の一端が明らかになった。同じブナ帯でも関東地方などでは降雪は少なく、その分だけ地温が低下して土壌も凍結してしまう。一方、今回調査した日本海側に面した東北地方においては、2mを超える積雪があり、土壌は必ずしも凍結しない。そのため、種によっては冬季でも活動が可能であると考えられる。一方、関東地方のブナ林帯では夏季温度がそれほど高くないのに対し、今回の調査地では夏季の気温が30℃近くまで達することもある。そのため、夏期は関東地方の標高500m地点にやや類似した環境と考えられる。しかしながら、チビカガニムシの1種のように関東地方では1000mを超えた標高でないと生息できない種もある。一方、関東地方での標高500mで多数採集されるムネトゲツチカニムシは今回調査した東北地方のブナ林帯では採集されなかった。このように両者は温度条件はやや類似性が認められるものの、カニムシの分布パターンには差異が認められ

る。今後より詳細な調査を実施して行くことによって、その関係が明らかになっていくと思われる。

一方、それぞれの種ごとに見た季節消長には、今回4つのパターンが認められた。すなわち、①通年出現型（メクラツチカニムシ）、②夏季出現型（オウギツチカニムシ、チビコケカニムシ）、③夏季・通年中間型（ミツマタカガニムシ）、④秋季・冬季出現型（カガニムシの1種・ツノカニムシの1種）、である。土壌性カニムシ類は、全体的にみて夏季の暖かい時期を中心に活動する種と、凍結時を除くやや寒冷な時期に活動する種とが存在する。またそれらの生活形態が、年周期に厳密に対応しているわけではなく、活動期間を気候変動に応じて柔軟に変化させていることが伺える。したがって今回示した①～④のパターンは、気候が変われば大きく変化すると思われる。言い換えれば、その出現様式を見れば、生息地の環境がある程度理解できるということになるだろう。

これまで佐藤（2003）は標高差を基本とした分布と季節消長の面から日本の土壌性カニムシ類の生態的特徴を論じてきた。現段階では関東以北の研究が中心であるが、今後九州などの調査を実施することによってより詳細な傾向が示されるのではないかと考えている。

文献

- GABBUTT P. D. 1967a. Quantitative sampling of the pseudoscorpion *Chthonius ishunocheles* in beech litter. J. Zool., Lond. 151: 469-478.
- GABBUTT P. D. 1967b. Quantitative sampling of the pseudoscorpion *Roncus lubricus*. Ibid. 153: 475-498.
- GABBUTT P. D. 1970. Sampling problems and the validity of life history analysis of pseudoscorpions. J. Nat. Hist. 4: 1-15.
- GABBUTT P. D. & VACHON, M. 1963. The external morphology and life history of the pseudoscorpion *Chthonius ischnochelnes*. Proc. Zool. Soc. Lond. 140: 75-98.
- GABBUTT P. D. & VACHON M. 1965. The external morphology and life history of the pseudoscorpion *Neobisium muscorum*. Ibid. 145: 335-358.
- GABBUTT P. D. & VACHON M. 1967. The external morphology and life history of the pseudoscorpion *Roncus lubricus*. Ibid. 153: 475-498.
- GABBUTT P. D. & VACHON M. 1968. The external morphology and life history of the pseudoscorpion *Microcreagris cambridgei*. Ibid. 154: 421-441.
- 加藤与志輝・塘忠顕、2003、福島県飯野町におけるメクラツチカニムシの生活史および繁殖期の推定、第26回日本土壌動物学会大会講演要旨集:12.

山形県における土壌性カニムシ類の季節消長

- KOBARI H. 1983. A seasonal change of the age composition in a pseudoscorpion, *Neobisium (Parobisium) pygmaeum* (Ellingsen) , in a temperate deciduous forest. Acta arachnol. 31 (2) : 65-71.
- 小針廣、1984. 筑波山における土壌性カニムシの年間消長. Edaphologia, 30: 1-10.
- MEYER E., WAGER H. & THALER K., 1985. Struktur und jahreszeitliche Dynamik von Neobisium- Populationen in zwei Hohenstufen in Nordtirol (Osterreich) (Arachnida: Pseudoscorpiones) . Rev. Ecol. Biol. Sol., 22 (2) : 221-232.
- MORIKAWA K. 1962. Ecological and some biological notes on Japanese pseudoscorpions. Ibid. B. Vol. IV (3) : 53-71.
- 森下正明、1967. 京都付近における蝶の季節分布、森下・吉良編、自然—生態学的研究、PP95-132 ,中央公論社.
- 元村勲、1932. 群集の統計的取扱について、動物学雑誌、44: 379-383.
- SAKAYORI, H.1989. Postembryonic development of a neotenic pseudo- scorpion, *Microbisium pygmaeum* (Ellingsen, 1907) . Acta Arachnologica Vol. 38 (2) : 55-62.
- 坂寄廣、1990. 関東平野北部低地林における土壌性カニムシの生態分布について. Edaphologia, 43: 31-40.
- 坂寄廣、2001、茨城県下妻市における土壌性カニムシ類の季節消長. 茨城県自然博物館研究報告、4: 79-82.
- SAKAYORI, H. 2001. A seasonal change of the age composition in a population of pseudoscorpion, *Tyrannochthonius japonicus* (Ellingsen) (Arachnida: Pseudoscorpionida) . Bull. Ibaraki Nat. Mus.4: 75-78.
- 佐藤英文、1979a、大山におけるシフティング調査法による標高別および植生別に見たカニムシ相. Edaphologia. 19: 13-24.
- 佐藤英文、1979b、屋久島における土壌生活性カニムシの垂直分布. Ibid. 20: 13-18.
- 佐藤英文、1980a、鳥海山における土壌性カニムシの垂直分布. Edaphologia, 22: 9-14.
- 佐藤英文、1980b、日本のカニムシ、生活史を中心として. 遺伝、34 (1) : 85-91.
- 佐藤英文、1982、軽井沢における土壌性カニムシの年間消長. Edaphologia, 25,26: 57-64.
- SATO, H. 1983. Altitudinal distribution of soil pseudoscorpions at Mt. Fuji. Edaphologia , 28: 13-22.
- SATO, H. 1984. Population dynamics of the soil pseudoscorpions at Mt. Takao. Edaphologia 31: 13-19.
- 佐藤英文、1985a、山形県船形山における土壌性カニムシの垂直分布. Ibid. 40 (2) : 21-24.
- 佐藤英文、1985 b、日本産カニムシ類の生活史の分析・特に脱皮回数と哺育について. Atypus : 75-77.
- SATO, H. 1986. Soil pseudoscorpions in the cool temperate forests of Japan. The temperate forest ecosystem,ITE symposium no. 20, Proceeding of international symposium on temperate forest ecosystem manegement and environmental protection, Chaina: 94-97. Institute of Terrestrial Ecology, Grange-over-Stands.
- 佐藤英文、1988、横浜における土壌性カニムシの年間消長. Edaphologia 38: 11-16.
- 佐藤英文、2000. 長野県飯綱山のカニムシ相. 神奈川県私立中学高等学校協会、平成11年度研究論文集、44 - 47.
- 佐藤英文、2003. 土壌性カニムシ類の生態分布に関する研究. 平成15年度玉川大学博士（農学）学位論文、1-151.
- 佐藤英文、2010. ミツマタカギカニムシの垂直分布と季節消長について. 鶴見大学紀要、人文・社会・自然科学編、47 (4) : 5-13.
- 山本哲也、2001、森林に生息する大型土壌動物とその環境選好性、主としてカニムシ目とワラジムシ目について. 広島大学大学院国際協力研究科、博士論文. 1-150.
- Weygoldt,P.1969.The Biology of Pseudoscorpions. 145pp., Harvard Univ.Press. Cambridge, Masachusetts.
- YAMAMOTO, T. NAKAGOSHI, N. & TOUYAMA Y. 2001. Ecological study of pseudoscorpion fauna in the soil organic layer in managed and abandoned secondary forests. Ecological Research 16, : 593-60.