

コクサグモにおけるエネルギー
利用効率に関する研究

生物学教室 藤 井 靖 浩

Yasuhiro FUJII: Study of Energy Utility Efficiency in *Agelena*
opulenta L. Koch (Araneae; Agelenidae)

日本歯科大学進学課程紀要

1号

1972年3月

BULLETIN OF NIPPON DENTAL COLLEGE, GENERAL EDUCATION

コクサグモにおけるエネルギー 利用効率に関する研究

肉食動物は草食動物にくらべて食物が量的にも質的にも不安定であると考えられ、確実に子孫を残してゆくためには食物を無駄なく利用することが有利な特質になるだろう。とりわけ待ち伏せ型の肉食者では、このことが生存上重要な意味をもつと思われる。造網性のクモ類は野外で容易に入手できる待ち伏せ型肉食者である。

クモ類の食物利用効率に関する資料で、同一種を個体レベルと個体群レベルの両面から総合的に検討したものはまだ報告されていないが、部分的知見は数多い。Nakamura (1968) はキクズキドクグモ *Lycosa pseudoannulata* で、飽食時には餌を与えても捕殺しないことをみており、Itō (1964) は同じくキクズキドクグモで、餌を与えないと呼吸量が低下して体内にとり込まれたエネルギーの消費を遅らせると述べた。また、餌量と成長速度の関係について Turnbull (1962) は、ヤマジサラグモ *Linyphia triangularis* を飼育し、1日あたりの餌量が充分量の半分以下になっても、それを補う時間があれば成体になりうることを示した。Turnbull はまた、雄の成体で摂食量が著しく低下することを明らかにしている。これは雄が交尾に専念するための結果的現象と思われるが、成熟後もなお卵巣の肥大が続く雌に、より多くの餌を与えるうえで役立つかもしれない。

コクサグモ *Agelena opulenta* は全国の平地にきわめて普通に分布し、比較的大形であること、定住性が高いことなど、野外調査に際しての利点を持ち、室内での大量飼育も容易である。ここではコクサグモの個体群が野外においてとり入れる年間の摂食量を推定し、ついでこれに対する再生産効率(摂食量のどれほどが卵生産にふりむけられるか)の算定、また、卵生産に関与せず途中で死亡する個体によって無駄に費される摂食量の推定と、これが個体群の年間摂食量に対して占める割合の算出を試みた。同時に、実験室内の充分な餌量条件下で飼育した個体と、野外の個体との成長速度を比較し、野外の餌条件を考察してみた。

1. 方 法

野外におけるクモの摂食量の調査については、食物残滓を集めてその量から推定する方法もあるが、網を破損するなど、クモの種類によっては問題が多い。ここでは、実験室内で個体についての摂食量と成長量の関係を求め、野外で平均個体成長量の季節変化を調査することにより、野外の平均個体摂食量を知り、これに個体数を乗じて野外個体群の摂食量を推定するという方法をとった。

摂食量と成長量の関係は Phillipson (1960) などの報告から、主として個体重、令、気温の条件とともに変わることが知られているため、野外での調査項目は平均個体重変化（平均個体成長量）、平均個体数、そして平均気温の3点とした。令については、野外で知ることがきわめて困難なので、室内で求める摂食量と成長量の関係を、種々の互いに異なる令の個体から得たデータに基くものとし、特定の令におけるパターンにならぬよう努めた。平均個体重量の測定では、直接秤量がクモの生活の攪乱なしには不可能なので、背面定距離撮影を行ない、これをもとに推定した。そのほかの野外調査項目に卵生産量と餌量の季節変化などがある。

実験室内での調査項目は上述の摂食量と成長量の関係のほか、定距離撮影のデータを個体重に換算する方法、飼育実験に用いる餌とクモについての湿重・乾重の関係およびそれらのエネルギー含有量などとなっている。

以下にこれらを詳述する。

1-1 野外における基礎資料

野外調査は1970年5月から同年11月にかけて、埼玉県南西部の奥武蔵高原に接した平地で行なった。調査区は、アカマツ *Pinus densiflora*, ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*, コナラ *Quercus serrata*, クリ *Castanea crenata*, 下ばえとしてクサボケ *Chaenomeles japonica*, ササ *Pleioblastus* sp. の優占する林内にA, Bの2ヶ所設置された。両調査区はともに15×15m, 225m²の面積をもつが、調査区Aでは中央部に6m²の範囲のコクサグモ除去区域をつくったので、本調査のための面積は219m²である。除去区域はコクサグモの移動数をみるための場所である。調査区Bでは立木が伐採されて下ばえだけになっ

ている。調査区を2ヶ所に分けた目的は、温度や餌量などの条件の変動範囲を大きくするためである。

5月14日に卵のうから分散した直後のコクサグモを林内ではじめて発見し、5月17日に調査区を設置した。最初の交尾を9月13日に、最初の産卵を10月25日にそれぞれ認めた。10月27日以降は落葉がめだちはじめ、コクサグモの捕食活動がみられなくなった。

1-1-1 コクサグモの移動数

A調査区内に設けたコクサグモ除去区域に新しく移入した個体数は6月7日に3、7月19日、8月16日にそれぞれ1、8月30日に3、9月13日に2個体となっている。これらの数は全数に比し小さい。8月15日の台風通過後やや移動するものが増えたが、通常は殆んど移動しないと考えられる。

1-1-2 平均気温

両調査区内の地上50cmの直射日光のあたらぬ場所に最高最低温度計を1本づつとりつけ、5月3日から11月8日までの約6ヶ月間、毎朝1回読みとり、記録した。温度計の位置はコクサグモの網が張られる平均的な高さである。毎日の最高最低値は、Menhinick (1967) によって紹介された方法に基き、2週間ごとの平均気温に換算された。結果をFig. 1に示したが、両調査区間に大きな相違はなく、コクサグモの活動期間中の平均気温は、Aで23.0、Bで24.4°Cとなっている。

1-1-3 平均個体数

5月31日から10月18日までの約5ヶ月間にわたり、2週間に1回調査区内のコクサグモの全数調査を行なった。ただし、調査区Aでは、樹高5~6mの木が多く、初期には樹冠にも造網する個体が確認されたが、計数は困難なので、地上3m以下の調査にとどめた。樹冠部は風などによる動揺が激しく、網を破壊されることが多いので定着するものは少ない。また1-1-1で述べられたように、コクサグモでは通常移動量は小さいとみられるので、あらたに樹冠部へ移動する個体も少ないものと思われる。計数は両端に長さ40cmの木杭を結んだ麻ひもを2本用意し、一方の杭を手し、他の杭を投げて調査区を1~2m幅に区切りながら行なった。7月までは網、クモともに小さく、数え落とすおそれがあるため、晴天時の調査では水を噴霧し、網の存在が水滴でわかりやすくなるようにした。結果をFig. 2に示す。

1-1-4 個体重

個体重を求めるために網の上のクモを背面から定距離で撮影した。これを現像のうえ、紙上にひきのぼして頭胸部と腹部の輪隔をなぞり、その面積をプランメーターで測定した。測定値は、クモと全く同様な方法で撮影されたものさしの目盛から得た倍率により、平行光線のできる投影面積の値に修正した。撮影は5月24日から10月18日まで、原則として個体数調査と交互に、2週間に1回行ない、撮影総数は調査区Aで321、Bで302個体となっている。1-2-3で述べる方法により個体重の値に換算したものを Fig. 3 に示す。

1-1-5 餌量季節変化

野外の餌量は摂食量と比較すると興味深い。しかしながら、コクサグモの網に捕えられやすい動物は、飛翔中ないし落下してくる昆虫であり、このような行動をとる昆虫の絶対量を、調査区を乱さずに知ることはきわめて困難である。ここではハエトリリボンを使用して餌量の相対的な季節変化をみた。ハエトリリボンは1回の調査につき両調査区で3本ずつ、7月5日から11月3日までのあいだに合計13回、木の枝などを利用してリボンの中心が地上約1mの高さになるように吊り下げた。24時間後に回収し、粘着した昆虫を石油で洗い出して100%アルコール中に保存、乾燥秤量した。コクサグモの網は粘性が小さく、コクサグモは通過する昆虫が迷糸にさえぎられて柵状の網に落下したところを捕殺する。従って、ハエトリリボンで捕える場合とは方法が異なるが、網とリボンの双方が捕える餌昆虫量はほぼ平行すると考える。

なお、リボンの吊り下げられているあいだに雨が降ったり風が強くなったりした場合、水滴や塵埃のためにリボンの粘着力が著しく低下するので、調査を中止した。6月および8月下旬から9月中旬にかけて、このいずれかの天候となることが多く、サンプル数が少ないか全く無い状態となった。結果を Fig. 4 に示す。7月下旬から8月中旬にかけて調査区Aでの餌量の多いことがめだつが、総量で比べると大差なく、Aで 552.9 mg、Bで 530.6 mg となっている。

1-1-6 卵生産量

その年のコクサグモ個体群の生活の総決算としての卵生産量は重要な意味をもつ。産卵は10月下旬にみられたが、卵の採集は全ての個体が産卵を終えたのち11月8日に行なった。数値はカロリー値に換算して2-4の項に示す。

1-2 実験室における基礎資料

1-2-1 摂食量と成長量の関係

摂食量と成長量の関係を求める飼育実験を行なうため、8月中旬に野外から90個体のコクサグモを採集してきた。これらは実験開始時まで綿栓をした口径3cm 深さ20cm のガラス製管瓶に個別に入れられた。野外での餌条件が個体により異なっていたと考えられるので、Carpenter (1950) の方法で培養しておいたキイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* で飽食させたのち、9月2日から9月25日までの約3週間飼育実験を行なった。

実験個体の個体重は実験開始時において乾重値で、9.4~33.1mg、令については実験終了時まで成体にならなかったものの令が確認できなかったため、不明の個体が含まれているが、少なくとも3脱皮段階にわたっている。これらは個体重と令のかたよりが生じないように30個体ずつの3群に分けられ、各群をそれぞれ1個の水槽内に垂直に吊した。水槽内の水温は野外での平均気温の季節変化の幅を考え、各々21, 25, 29°Cに維持された。餌はひきつづきキイロショウジョウバエを用い、2~3日ごとに投与し、投与量は飽食から絶食にいたる連続的な餌条件となるように調節した。

摂食量の算定は次のように行なった。すなわち、投与餌量をハエ個体数で記録し、1週間ごとに捕食されずに残っている個体数を数え、その間の捕殺餌個体数を知る。捕殺個体はコクサグモの場合、かみ砕かれるので、未捕殺のハエはその生死によらず容易に区別できる。捕殺数(F)と摂食量(I)との間には、11個体のクモを用いて1週間あたり15~190匹のショウジョウバエを与えて調査したところ、Fig. 5に示すように、 $I=0.226F$ の式の成立することがわかった。このときの摂食量は投与餌乾重と摂食後の餌残滓乾重との差である。この式に基いて、捕殺数から摂食量を算定した。

餌捕殺数の計数時に各々のクモを飼育器からとり出し、アルミフイルで包んで逃げないようにしたままその個体重を測定した。前回の秤量値との差から得る値をその間の成長量とし、乾重で記録した。

重量は全て乾重値で記載したが、そのとき用いた湿重に対する乾重の比は、クモで0.311、ハエで0.281となっている。クモについての値は各種の餌量で1週間室温飼育して得た、個体湿重24.9~170.0mgにわたる71個体を用いて求めたものである。ハエについては、

餌として与えたものと同じ、羽化直後から羽化後4日目までの1,443匹から求めた値である。

以上の方法によって得た結果を Tab. 1 に示した。各温度条件下の関係式は統計的にきわめて有意である。ただし、Miyashita (1968) によると、脱皮前に摂食量が低下し、脱皮後その分の増加があるため、これに該当する個体からのサンプル、および、死亡1週間以内の個体からのサンプルをとともに除外した。なお、実験中に死亡した個体は少数ながら原因不明である。また、令の別にまとめて上述の関係式からの偏差を検討したが、有意の傾向を示さなかった。そのためこれらの式は令に関する変数を欠くものとなった。

野外の平均気温は飼育温度以外のさまざまな値をとるが、この式を野外の摂食量の推定に用いるときは、式中の係数が、温度変化に伴って、他の式中の係数値へ直線的に移行すると定めて計算した。

Rearing Temperature	Relationships between Ingestion (I) and Growth (B)	Sample Size				Values of Student's "t"
		mature	premat.	other immat.	total	
21°C	$B = 0.602 \cdot I - 0.013 \cdot W$	50	23	27	90	23.07
25°C	$B = 0.580 \cdot I - 0.018 \cdot W$	39	17	25	79	28.11
29°C	$B = 0.512 \cdot I - 0.023 \cdot W$	34	18	37	84	20.66

Tab. 1 Relationships between Ingestion (I) and Growth (B) in the spiders under three different temperatures in the laboratory. The 'W' in these equations means individual body weight.

1-2-2 飽和摂食量

摂食量と成長量の関係が明らかであるとき、飽和摂食量がどのような条件と量も深い関係にあるか、そしてそれがいかなる関係かを知れば、飽和摂食量時の成長量、すなわち最大成長量を知ることができる。これを野外のクモの成長量と対比させれば、それらの餌条件を判定するうえで有効であろう。

摂食量と成長量の関係を求める実験結果のなかから餌量が充分であったもの、すなわち未捕殺のハエが充分量だったものだけ選びだして他変量との関係をみた。結果を Tab. 2 に示す。この場合、令が進行しかつ遅い実験期になるにつれて飽食量は減少する傾向がみられたが、同時にこれらのことは個体重の増加と平行であった。ここでは種々の変量を個体

重に代表させた。また、各飼育温度間で比較すると、温度の上昇につれて飽食量も増加するが、その変化のしかたに明瞭な傾向がみとめられなかったため、各温度における係数を単純平均化し、Tab. 2 中最下段の式をたて、これを最大成長速度推定のための式とした。

なお、21°Cにおける飽食条件下の成長過程をグラフ化して Fig. 6 に示した。これによれば、化後25日目、個体重20mg 付近で最大成長速度をとり、以後はゆるやかに下降することになる。

Rearing Temperature	Relationships between Saturated Ingestion (Is) and Body Weight (W)	Sample Size				Values of Student's "t"
		mature	premat.	other immat.	total	
21°C	$Is/day = (0.413 - 0.223 \log W)W$	14	5	2	21	4.544
25°C	$Is/day = (0.607 - 0.330 \log W)W$	9	4	2	15	3.906
29°C	$Is/day = (0.582 - 0.301 \log W)W$	10	5	5	20	3.253
Mixed	$Is/day = (0.539 - 0.285 \log W)W$					

Tab. 2 Relationships between Saturated Ingestion (Is) and Body Weight (W) in the spiders under three different temperatures in the laboratory. The constants in these equations had not any special tendency according to the change in rearing temperature, so mean values of the each constant were used for the equation to calculate the maximum growth (the equation at the lowest line).

1-2-3 個体重と投影面積の関係

調査区外にすむコクサグモを、6月14日から10月16日にかけて合計203個体採集し、エーテル麻酔のうえ秤量し、野外での方法と全く同様に背面定距離撮影を行なってその投影面積を求めた。その結果、個体重 W (mg) と投影面積 S (mm²) との間に

$$\log W = 1.493 \cdot \log S - 0.547$$

の式が成立した。なおこの式からのサンプル偏差は学生 t 値が113.4で、きわめて小さいと判定された。野外における撮影データはこの式によって個体重の値に換算される。

1-2-4 含有エネルギー量と重量の関係

最終的な効率を算定するときには、摂食量、成長量、卵生産量が直接比較できるように、エネルギー量で統一して表わされねばならない。

クモ体組織、卵、そしてキイロシヨウジヨウバエに関する重量とカロリー量との関係を

島津 CA-2 型自動熱量計で求めた。

クモの体組織については、調査区外から採集後 100°C 5 時間乾燥処理して得た 217 個体を、81 個体、平均個体重 10.6 mg の小形グループと、136 個体、平均個体重 23.6 mg の大形グループに分け、前者から 2 サンプル、後から 3 サンプルを用意した。測定の結果 1 g あたりの熱量は小形グループで 5614, 5423 cal, 大形グループでは 5456, 5502, 5535 cal となった。これにより、クモの単位体重あたりの熱量は大形個体、小形個体のちがいとほぼ無関係に一定していると考えられ、ここでは平均値 5506 cal/g を採用した。

卵については大量の採集が困難なため、サンプルは 1 個しか得られなかった。100°C 8 時間の乾燥処理後、同様にその熱量を測定した。その結果 6229 cal/g の値となった。

餌としてのハエについては 3 サンプルを 100°C 2 時間乾燥し、平均値 5025 cal/g を得た。

1-2-5 個体重と卵重の関係

野外で卵の採集が落葉などのために困難となることが予想されたので、成熟した雌の個体重とそれを解剖してとり出される卵重の関係を求めた。10月16日に調査区外の野外から採集した雌 27 個体から次の式を得た。

$$O = 0.365 \cdot W - 4.993$$

ここにおいて O は卵重、W は個体重を表わす。この式からのサンプル偏差に関する学生 t 値は 13.58 で、0.001 以下の有意である。これによると、湿重 13.6 mg を越えた体重の 36.5% が卵である。

2. 結果および考察

2-1 平均個体重季節変化

野外における背面定距離撮影と室内での個体重と投影面積の関係の調査により、野外のコクサグモ個体群の個体重季節変化を得た。これを Fig. 7 に示す。6 月と 9 月に成長のびが低下しているが、これはおそらく、多雨が関係したためと思われる。産卵期のコクサグモは調査区 A で、63.7 mg, B で 43.3 mg に達する。Fig. 7 には、実験室で得た結果 (1-2-1, 1-2-2) に基いて計算された、飽食条件下の個体重季節変化も描かれている。も

し餌条件が充分であったならば、野外のクモは8月下旬には既に成熟しているはずだが、実際には成熟産卵は10月中旬であった。従って調査区のコクサグモ個体群は決して充分な餌条件で生活しているとはいえない。おそらく餌不足から餓死する個体が多いものと推測される。なかば成熟した個体はその1/4に減少する9月を過ぎて急上昇していることに注目したい。

2-2 平均固体成長量

1 m² あたりの平均成長量

1 m² あたりの平均現存量

個体重季節変化と1 m² あたりの個体数季節変化から、平均個体成長量、1 m² あたり平均成長量、1 m² あたり平均現存量の3変量の季節変化を求め、調査区Aについて Fig. 8, Bについて Fig. 9 にそれぞれ示した。成長量は2週間あたりの値である。両調査区とも、個体数と現存量の減少する9月以降に平均個体成長量が急増しているが、1 m² あたりの成長量は増えない。8, 9月に餌をめぐる競争が激しかったことを示唆していると考えられる。

2-3 1 m² あたり平均摂食量

平均個体成長量、1 m² あたりの平均個体数、平均気温、そして摂食量と成長量の関係式を総合して、1 m² あたり2週間ごとの摂食量の季節変化を算定し、Fig. 10 に示した。ただし、これらの量はショウジョウバエの重量で表わされている。

8月はじめと産卵直前の10月中旬にピークがあり、調査区Aではそれぞれ232 mg, 179 mg, Bでは69.4 mg, 64.4 mg, となっている。8月中旬から9月にかけての落ちこみは、8月の高い現存量に対し、餌量が低下、不足した結果と思われる。通年の値は調査区Aで1.024 g, 5.15 Kcal, Bで0.402 g, 2.02 Kcal となった。両調査区における値の差は、餌相対量、平均気温において差が小さく、各種変量のパターンもよく似ていたことから、単に個体数における差の反映にすぎないものと思う。

2-4 個体群における再生産効率

個体群の再生産効率は、1世代あたりの総同化量とその世代の総産卵量の比をとるのが適切かと思われる。しかし、クモの場合、不消化排出量に関する資料がないので、ここでは、同化量に代えて摂食量を用いた。

調査期の終了時に調査区から採集した卵はAで 29.2 mg, 179.8 cal, Bでは発見されなかった。これに基づいて上記の効率を計算すると調査区Aでは $(179.8 \text{ cal}/219 \text{ m}^2/5150 \text{ cal}) \times 100$ で、0.0159% となった。Bでは0である。

これを10月18日の個体重測定最終日までに生存していた全ての雌個体がそれぞれの個体重に応じた量の産卵に成功したものと仮定して、個体重と卵重の関係式 (1-2-5) からその産卵量を推定のうえ計算すると、調査区Aで0.138%, Bでは0.109%となる。さらに、両調査区における個体数調査の初回に記録された個体数と同数の卵が生産されたとして、同様に計算すると、Aが0.069%, Bが0.121%となる。これらの数値と比較して実測値0.0159%という値は最も小さい値をとっており、過少評価となる可能性があるが、現実によりうる値の範囲内に含まれるものと思う。現在この結果と直接比較できる資料が少ないので、この数値が他の動物にくらべて高いか低いかの判断が難しい。しかし Tanaka(1970) がトビムシ類でみた産卵量と同化量との比は13.9~16.4%で、摂食量と同化量の相違を充分考慮してもクモで得た値は明瞭に低いと判断される。餌不足におかれやすいクモ類では意外な結果といわねばなるまい。

この効率は一般に個体群の世代あたりの総収入のうち次世代への財産として残される率と解釈される。従ってこの値が高いものほど再生産に力を入れた有利な生活をしているとされる。しかし、高等脊椎動物に限らず、クモ類でも卵の保護や育仔に莫大なエネルギーを費す親が少くないことを考えると、この値だけで個体群の再生産過程を論ずることは危険である。

2-5 産卵に関与せず死亡した個体の摂食量

最初の交尾個体が発見された9月13日以前に調査区から消えた個体を、移動が少ないことから判断して死亡したものと仮定すれば、個体数の季節変化と平均個体摂食量の季節変化から、産卵に関与せず途中で死亡した個体の摂食量を計算することができる。この量は個体群にとって無駄な餌の損失と解することができる。これらの個体による摂食量が、調査区Aでは219 mg, Bでは113 mgで、年間総摂食量に対して占める割合はそれぞれ、21.4%, 28.1%となった。

この数値は食物利用に関するネガティブな効率として、個体群レベルでの比較の基準となるだろう。

謝 辞

この研究をすすめるためにあたって適切な指導と助言をたまわれた東京教育大学生態学研究室の三島次郎先生, 齋藤隆史先生, ならびに調査区として私有林の一部を無償でお貸し下された埼玉県入間郡日高町の関誠氏にこころから感謝の意を表したい。

SUMMARY

1. For the purpose of obtaining the information on the energy utility efficiency in carnivores, the amount of ingestion, egg production were investigated at the population level in a funnelweb spider *Agelena opulenta*, by laboratory experiment and field survey. It was also studied whether the spiders took enough foods in the field or not.
2. Two field investigation areas (Field A and B) were established in birch and Japanese cypress mixed forest. As there were relatively few trees in Field B, the abundance of the spiders was about a half that in Field A throughout every season (Fig. 2).
3. The amount of spider ingestion was 5.15 kcal/m²/year in Field A, and 2.02 kcal/m²/year in Field B (Fig. 10).
4. The amount of spider egg production in Field A was 29.2 mg or 180 cal, and the ratio of this value to the annual amount of spider ingestion in Field A was 0.0159%. In Field B, no egg production was observed. The egg-cocoons sometimes fell into the litter stratum, and to find these cocoons was very difficult. So the efficiency would be more or less underestimated.
5. The amount of ingestions by the spiders died without reproducing eggs were 219 mg/m²/year in Field A, and 113 mg/m²/year in Field B, represented by dry weight of fruit flies. The ratio of these values to the total population ingestion in each Field were 21.4 and 28.1%, respectively.
6. The spiders in the fields grew very slowly as compared with those in laboratory which were able to take enough food (Fig. 7). The biomass of spiders in both fields were greatly decreased between August and September, besides the average individual body weight was rapidly increased at these months (Fig. 8, 9). These phenomena were tried to be explained as severe competitions for foods among the spiders.

LITERATURE CITED

- Carpenter, J. M. (1950) A new semi-synthetic food medium for *Drosophila*, D. I. S., 24: 96-97.
- Itô, Y. (1964) Preliminary studies on the respiratory energy loss of a spider, *Lycosa pseudoannulata*, Res. Popul. Ecol., VI: 13-21.
- Menhinick, E. F. (1967) Structure, stability, and energy flow in plants and arthropods in a sericea lespedeza stand., Ecol. Monog., 37 (3): 255-272.
- Miyashita, K. (1968) Quantitative feeding biology of *Lycosa T-insignita* Boes. et Str. (Araneae Lycosidae), Bull. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. C, No. 22: 329-344.
- Nakamura, K. (1968) The ingestion in wolf spiders. I. Capacity of gut *Lycosa pseudoannulata*,

- Res. Popul. Ecol., X: 45-53.
- Phillipson, J. (1960) The food consumption of different instars of *Mitopus morio* (F.) (Phalangida) under natural conditions., J. Anim. Ecol., 29: 299-307.
- Tanaka, M. (1970) The bio-economics on the populations of *Isotoma (Desoria) trispinata* MacGillivray (Collembola; Onychiuridae) in a grassfield., Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab., 2: 51-120.
- Turnbull, A. L. (1962) Quantitative studies of the food of *Linyphia triangularis* Clerck (Araneae: Linyphiidae)., Can. Ent., 94: 1233-1249.

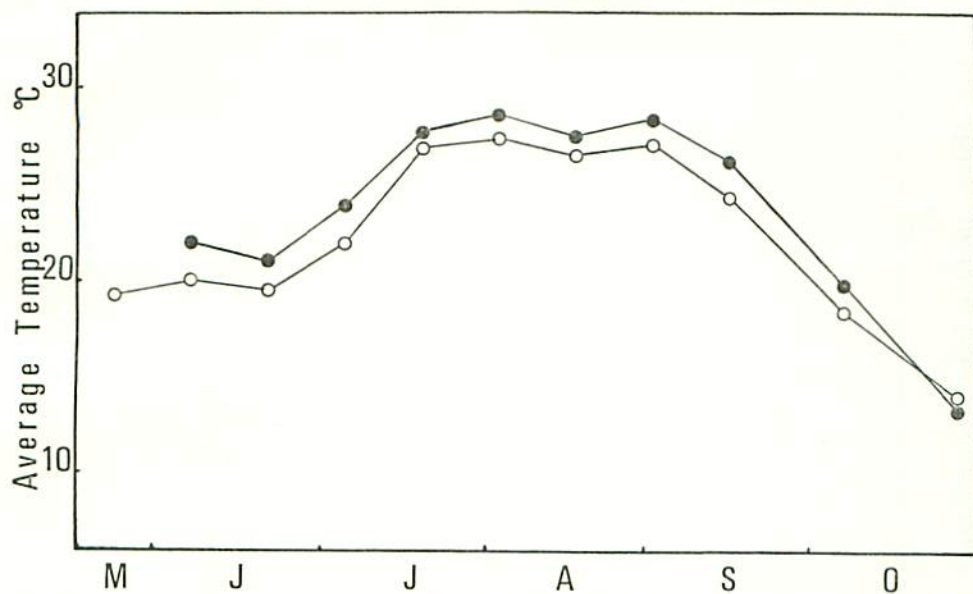


Fig. 1 Seasonal changes in average temperature in Field A (hollow circles) and B (solid circles). The average temperature from the spidering period to the oviposition was 23.0°C in A and 24.4°C in B.

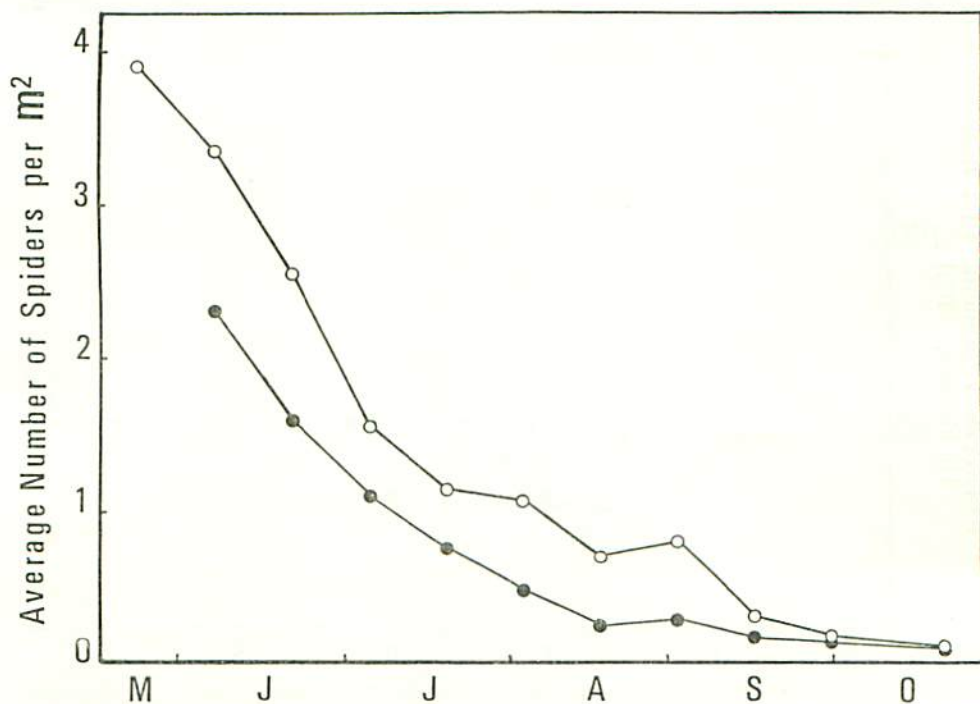


Fig. 2 Seasonal changes in average number of the spiders per sq. meter. Field A: ○, B: ●

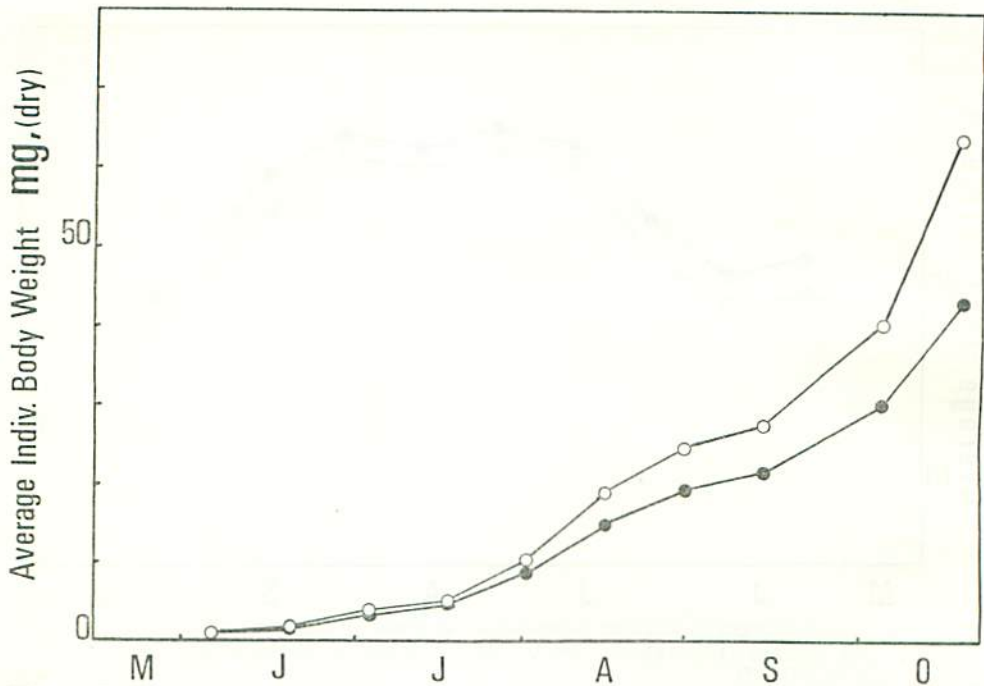


Fig. 3 Seasonal changes in average individual body weight of spiders. Field A: ○, B: ●.

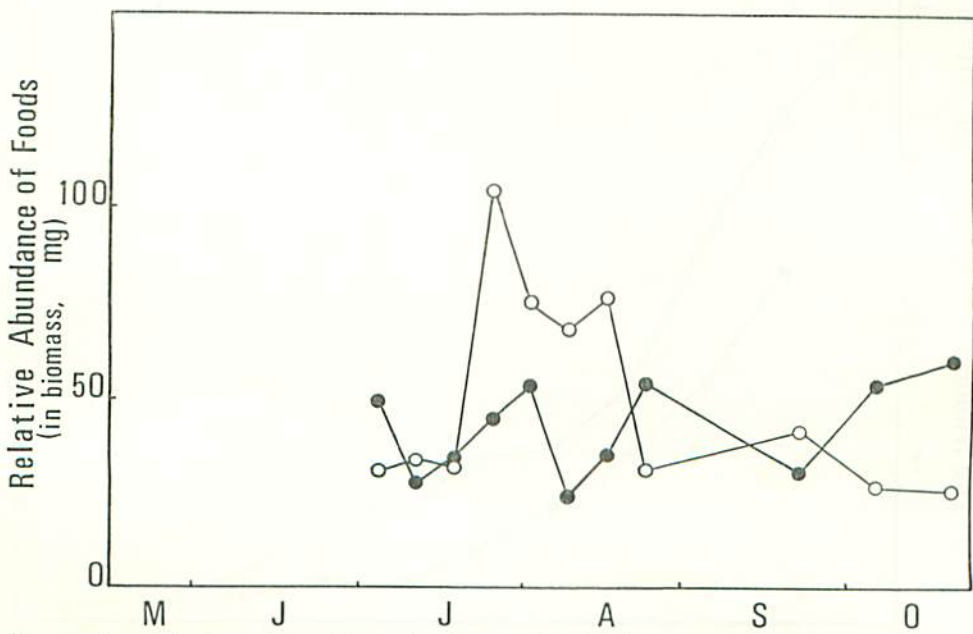


Fig. 4 Seasonal changes in relative abundance of foods that were obtained by fly-paper. Field A: ○, B: ●.

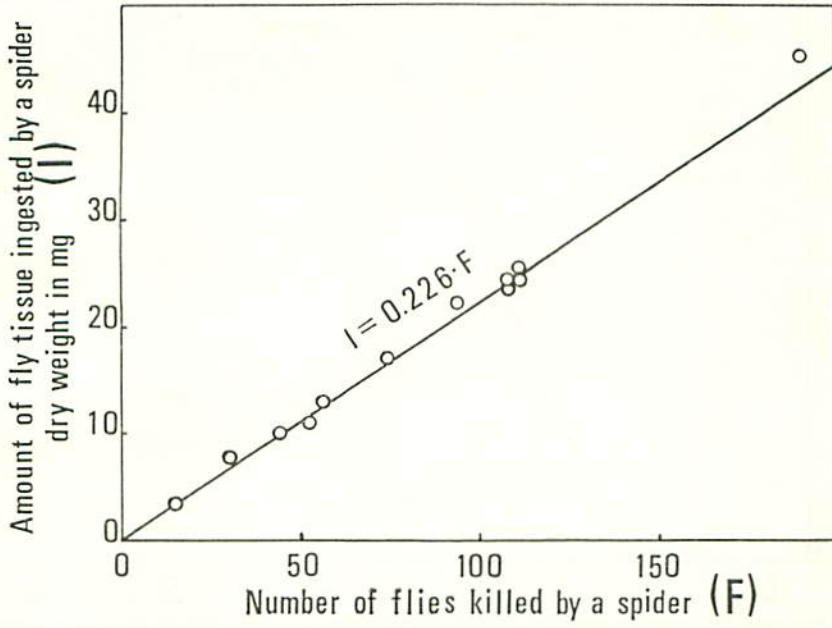


Fig. 5 Relationship between the number of flies killed by a spider (F) and the amount of fly ingested by the spider (I).

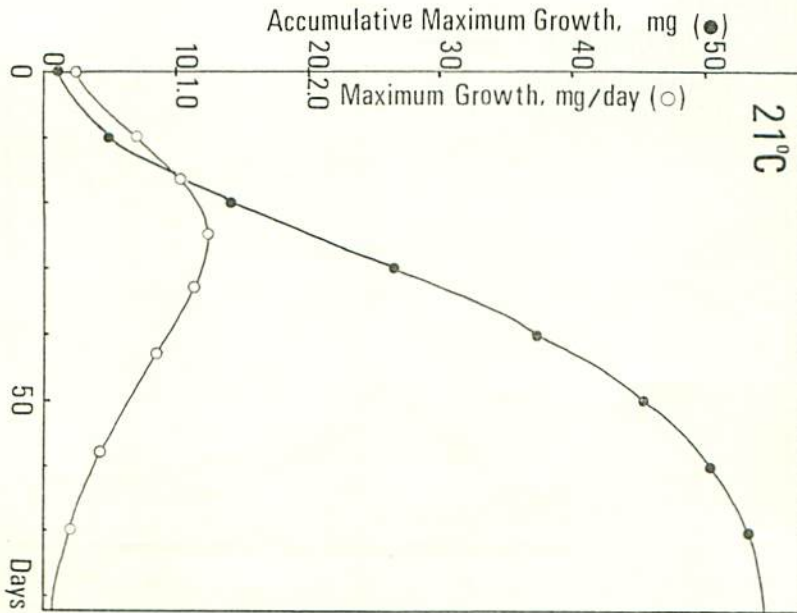


Fig. 6 The changes in maximum growth in a day (hollow circles) and its accumulative values (solid circles) under 21°C.

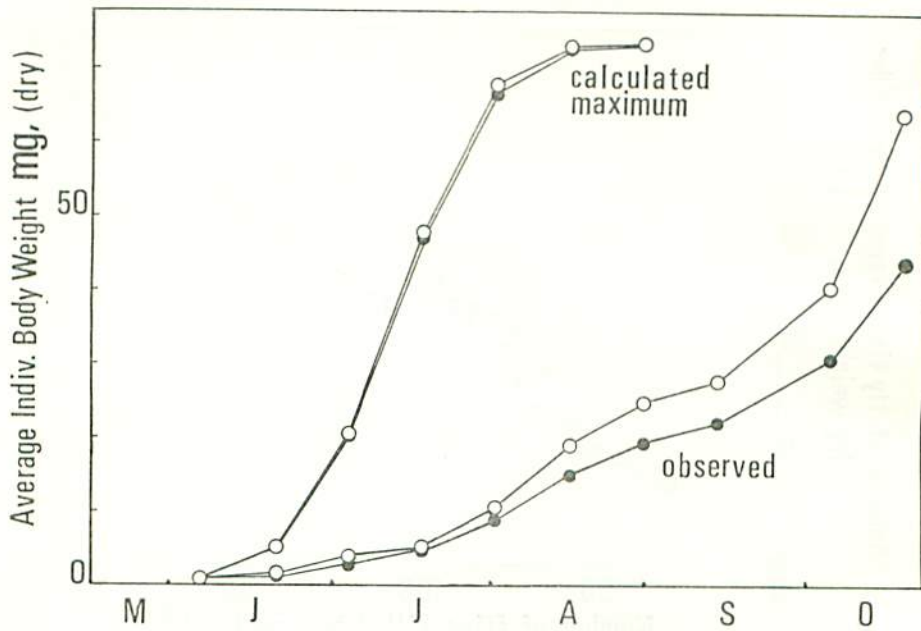


Fig. 7 Seasonal changes in average individual body weight in Field A (hollow circles) and B (solid circles). The observed values in the fields were remarkably lower than the values under the enough food condition which were obtained by the laboratory experiment.

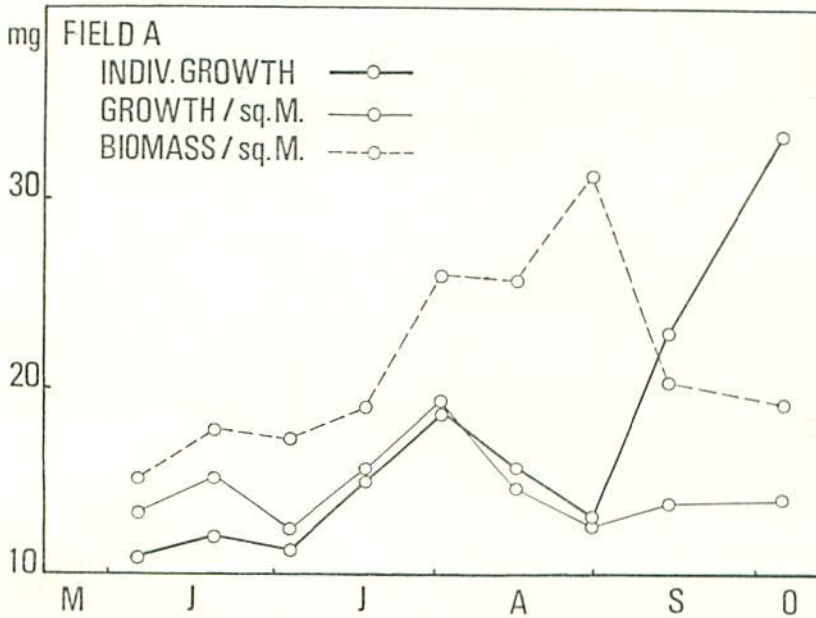


Fig. 8 Seasonal changes in individual growth, and in total growth, biomass per sq. meter in Field A. The individual growth and the biomass per sq. meter were in negative correlation each other from August to September.

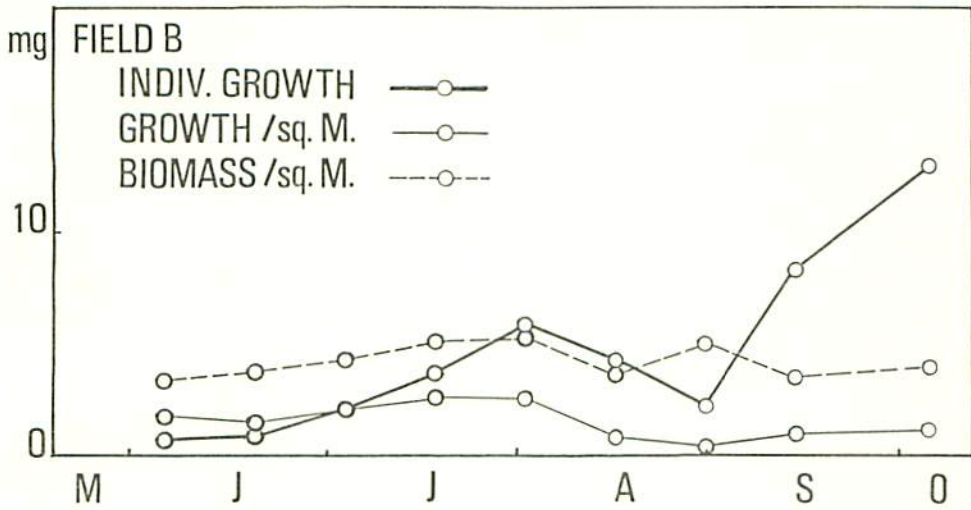


Fig. 9 Seasonal changes in individual growth, and in total growth, biomass per sq. meter in Field B.

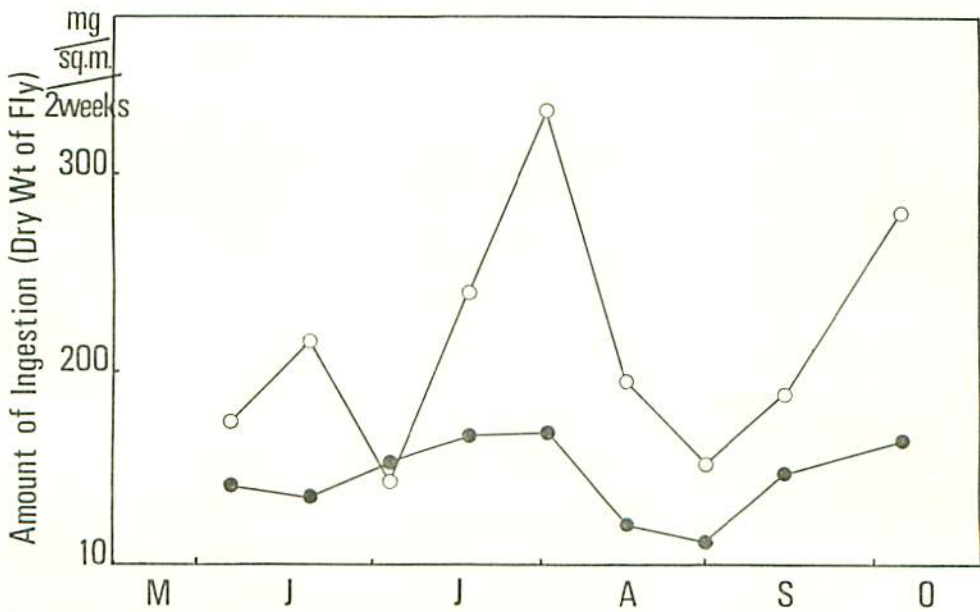


Fig. 10 Seasonal changes in the amount of food ingestion expressed by dry weight of fruit flies. The suppressions in amount of food ingestion in early June and late August may be caused by the bad weather and food decrease in these months.