

蟻の活動の日周期（I）

クロヤマアリ (*Formica fusca* var. *japonica*
MOTSCHULSKY) の活動

I 緒 言

昆虫の活動が1日内のいかなる時刻にいかなる程度に行なわれるかについては、既に数多の研究がなされている。これらの研究の結果昼夜による活動の相違が明らかにせられた種類は少なくなく、またこのような活動の周期の多数が1日内の気象の周期と直接関係があることも、多くの実験観察が示している。

しかしながら、従来行なわれた活動の日周期に関する観察は、大部分ある季節にのみ行なわれており、異なった季節を比較して相互にどの程度の相違が見られるかを明らかにしたものはなほ少ない。これを確めることは、それぞれの昆虫と周囲の生物との間の1年を通じての相互関係を知る上に極めて必要なるのみならず、また一方活動に影響を与える気象要素の分析を行なう際にも役立つ点が多いものとする。

筆者は1935年以来、京都帝国大学理学部附属植物園内に棲息する数種の蟻について、季節の相違による活動状態の変化を観察してきたが、ここに不十分なからクロヤマアリ (*Formica fusca* var. *japonica* MOTSCHULSKY) に見られる活動¹⁾の日周期の概略を報告する。もっとも本篇については、活動と気象との関係に関しては単に活動休止に関係する因子についてのみ論ずることとし、活動個体数の増減その他に及ぼす環境の影響については他日稿を改めて詳細に述べることとした。

本研究に当り御懇切なる御教示を賜った湯浅八郎、春川忠吉両先生に謹んで厚く御礼を申し上げる。なお観察に当っては当時の京都帝国大学昆虫学研究室員可児藤吉、小田柿進二、内田俊郎、渋谷壽夫諸氏の多大の御援助を受けた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

II 観察場所および調査方法

植物園内における本種職蟻の巢外での活動は通常3月中下旬より始まる。ただし暖い年には3月上旬に既に地表を歩行する個体を見ることもある。しかし3月の活動個体数は何れにしても極めて微々たるもので、その地上の歩行が漸く顕著になるのは4月に入ってからである。その後は夏が近づくと共に活動はますます活発となり、園内の路上到る所にその職蟻を見るようになる。活動の最盛期は7月8月であって、秋になれば活動個体数は次第に減少する。11月に入ってから後は少数の個体が歩行するのみとなり、12月に到って地表上の活動は全く休止する。

この蟻は食物として多くの昆虫類やその他の小動物およびその死屍をあさるが、また種々の樹につくアブラムシにも集合してその排出する蜜液を食する。

活動の観察は園内の中央部よりやや北方をほぼ南北に走る小径の上で行なった。径の西側は小溝となっているが、この溝と径との間には高さ約1mの茶およびハマヒサカキが1m置きに植えられ、その下には雑草が生い茂っている。径の東側は潤葉樹の疎林となっているが、その中直接径に接した部分にはトサミズキが枝をはり、朝早くは巢の付近の地表に日光の射すのを妨げている。溝を隔てた西側には数本のヤマナラシやモクレンが植えられており、これらは夕方になって径上に影を投ずる。

この小径の地下には1933年以前よりクロヤマアリの1 colony が営巣しており、現在に到るまで少なくとも6年以上にわたって引続き毎年径上に巢口を開いている。巢口は春には2, 3個を数えるのみであるが、季節の進むにつれてその数は増加し、夏には10個を越えるに到る。しかし秋になれば再び減少し、冬の活動休止と共に孔は消滅する。

巢口より出る職蟻を活動状態によって分てば、まず巢口付近に止まるものと、巢口からかなり離れ去るものにすることができる。前者には孔の中より砂粒を搬出するものおよび巢口付近数cmを極めて短時間歩行して直ちに巢に帰る個体が含まれ、後者には一定方向に赴く多数の個体と特定の針路を持たない少数の個体が区別できる。一定方向に赴くものは、季節によって多少の相違はあるものの、一部分は北に一部分は南に径上を走り、さらに一部分は径を横ぎって東方の樹林に入る。北方に赴いた個体も多くは10mばかりにして同じ樹林

中に入る。この樹林は地表が雑草に蔽われているため追跡が困難であるが、多くはその付近の樹上につくアブラムシのもとに赴く模様であった。南方に走る個体もその大部分は約10m西南方の柳につくアブラムシへ赴く。特定の針路を持たない個体というのは、巣口を離れてこれを中心とする1~2m時として5m位の半径の範囲内を彷徨し、少時間の後帰巣する個体である。この個体の歩行の目的は判然とはしないけれども、中途において食物を発見すれば、直ちにこれを食しあるいは巣に運搬する点から見て、おそらく食糧探索のための彷徨であろうと考えられる。したがって以上のごとく巣口よりかなり離れ去る個体の活動は大体において食物を得るための活動としても大過はないようである。

観察の方法としては上記の巣口の中1個を選び、ここより出入する職蟻の全数を10分を単位として記録し、これをなるべく夜明けより日没過ぎまで継続することとした²⁾。ただし食物を求めに出る個体と然らざるものとを区別するために、便宜上巣口を中心として半径10cmの円を描き、この円を越えて外に出るものを出巣個体、これを越えて巣に入り来るものを帰巣個体とし、これらの多少をもって食物探索の活動の盛衰を示すこととした。以下本篇においてクロヤマアリの活動として述べるのはすべてかかる個体の活動を意味する。円の半径を10cmとした理由は、前記の極めて短時間のみに現われる個体の行動半径が多く10cm以内であるのみならず、さらに砂粒を搬出する個体のほとんどすべてがこの範囲内に荷物を棄てて引き返すからであった。これらの特殊な活動については他日稿を改めて述べる予定である。

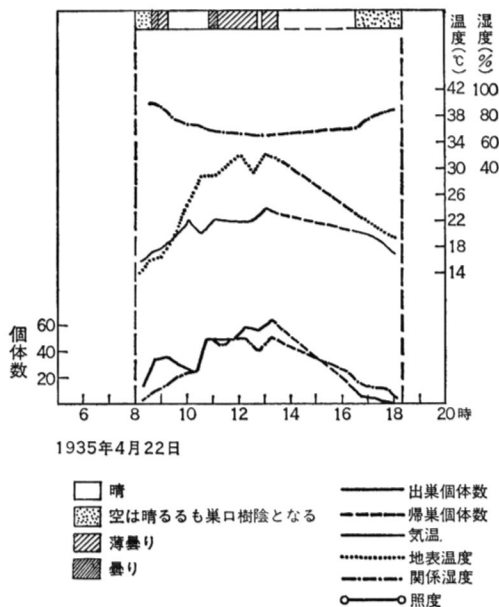
観察は1935年の春より秋にわたる各季節のなるべく好天気の日を選んで行ないその回数は短時間のものを加えて総計約20回に達したが、煩を避けるためここには各季節を代表すると思われる数回の記録のみを示すこととする。

III 観 察 結 果

(1) 春の活動 春には3月より5月にわたって数回の観察を行なったが、何れも断片的であって日出より日没に到る継続した記録はない。しかし4月24日の記録(第1図)³⁾によってその大体を知ることができる。

同日の観察は8時に開始し、12時40分にいったん中止し、16時より再び開始して18時20分に到るまで継続した。

8時には既に活動は行なわれていたが、第1表によって示されるごとく活動



第1図 4月22日のクロヤマアリ活動

第1表 4月22日朝のクロヤマアリ活動個体数

時刻	出巢個体数	帰巢個体数
8.00 — 8.10	2	0
8.10 — 8.20	5	1
8.20 — 8.30	7	2
8.30 — 8.40	13	4
8.40 — 8.50	12	3

す。13時40分より18時10分までは両日共に観察を行なったわけであるが、第2図においては14時以前は8日、以後は7日の記録に従った。図に示されていない8日の活動状態は第2表のごとくである。

7月8日5時には周囲はかなり明るく活動は既に始まっていた。しかしその個体数は未だ極めて僅かであり、活動開始後間もないことが推定される。6時には夜はすっかり明けはなたれたが、この頃より活動個体数は急激に増加し、

開始後間もないと思われる状態であった。

すなわち活動はおそらく7時30分頃より開始されたものらしく、時刻の経過と共に漸次活動個体数を増し、正午過ぎには最も巣口よりの出入が多い。しかし夕方が近づくにつれ活動は再び衰え、18時頃にはほとんど巣口を出るものがなくなっている。

(2) 夏の活動 6月、7月、8月の間に行なった数回の観察中、7月7日および8日の記録をもって夏の活動状態を代表せ

しめることとする。これら両日の観察時刻は次のとおりである。

7月7日 13時40分—19時40分

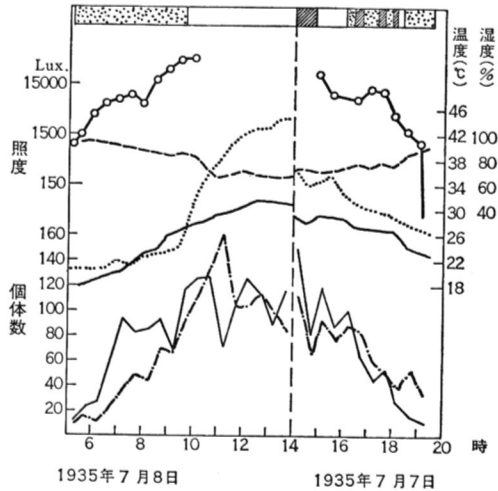
7月8日 5時00分—18時10分

両日の中何れをもってするも1日の記録として観察時間が不足しているため、便宜上両日の記録を結んで1日の活動状態を表わすこととし、これを第2図に示す。

10時前後までこの増加は継続した。その後の活動個体数はかなりの多少はありながら、16時頃まで(以下7日の記録による)大体旺盛に持続している。16時過ぎに到って急激な活動の衰退が起こり、19時以後次第に暗くなり始める頃には活動個体数特に出巢個体数は非常に少数となっている。

20時以後も筆者は時々巣口を訪れてみた。この時刻には四辺は完全に暗く、巣を出るものもとより帰り来る蟻もなく、かつ昼間には多数の個体が歩行する径上にも本種は1頭も見当らなかった。ただ極めて少数が巣口より砂粒の搬出に従事しているのみであった。

筆者の観察した所では、本種の食物探索の活動は、この日のみならず各季節を通じて夜間にはほとんど行なわれなれないといつてよい。ただ夏の夜では時として樹上に本種を見出すことがあり、また巣口付近を鈍い動作で彷徨している個

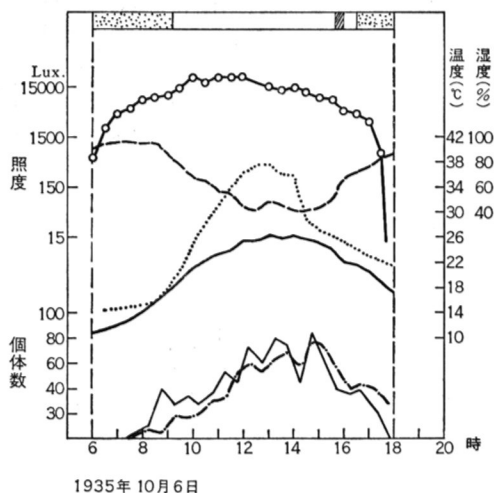


第2図 7月7, 8日のクロヤマアリ活動
(各種曲線の説明は第1図参照)

第2表 7月8日14時より18時までクロヤマアリ活動個体数

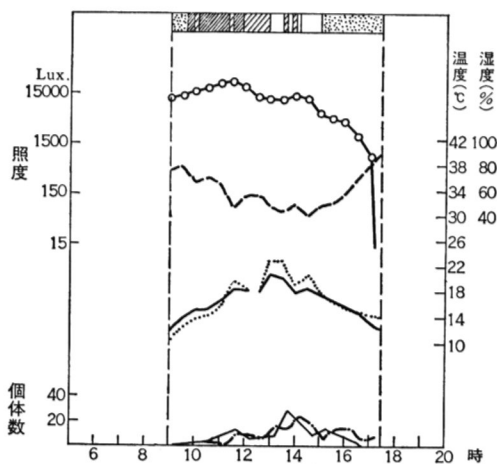
時刻	活動個体数		時刻	天候	気温 (°C)	地表温度 (°C)	湿度 (%)
	出巢	帰巢					
時分 時分			時分				
			14.00	晴	30.9	44.5	69
14.00—14.30	122	84	14.30	晴	31.0	44.0	68
14.30—15.00	114	120	15.00	晴	29.4	39.7	77
15.00—15.30	127	120	15.30	晴	30.4	39.1	
15.30—16.00	98	89	16.00	晴	29.3	34.7	77
16.00—16.30	71	87	16.30	曇	28.1	33.2	78
16.30—17.00	69	85	17.00	曇	27.7	32.0	80
17.00—17.30	63	72	17.30	晴	28.5	31.7	77
17.30—18.00	47	69	18.00	晴	26.7	30.2	81

体を見出す場合もあるがこれは何れも稀である。その他の観察例としては、夏の夜巣口間近で小さな百足を攻撃している1匹の職蟻を見たことがあるのみである。



1935年 10月6日

第3図 10月6日のクロヤマアリ活動
(各種曲線の説明は第1図参照)



1935年 11月1日

第4図 11月1日のクロヤマアリ活動
(各種曲線の説明は第1図参照)

ある。

(3) 秋の活動 秋の活動観察は10月6日(第3図)および11月1日(第4図)に行なった。10月6日の観察は6時より開始し18時10分まで継続した。初めの約2時間はまったく活動を見ず、7時50分過ぎにようやく最初の出巢個体が現われた。以後引き続き活動は行なわれ、12時頃より15時頃までにその極大がある。17時過ぎより次第に暗くなり始めたが、活動個体数も次第に減少し、その中出巢個体は17時40分で跡を断った。帰巢個体も18時10分にはほとんどいなくなった(第3表参照)。

11月1日は季節的に見て活動の休止期に近く、地表を歩行するものも少なく、巣口より出入する個体も僅かである。観察は8時40分に開始し、17時30分まで継続した。最初の出巢個体は9時過ぎに現われたが、以後しば

第3表 10月6日夕方の
クロヤマアリ活動個体数

時 刻	活動個体数	
	出 巢	帰 巢
時 分 時 分 17.10—17.20	14	18
17.20—17.30	4	9
17.30—17.40	2	11
17.40—17.50	0	13
17.50—18.00	0	4
18.00—18.10	0	1

らくの間はこれに続くものなく、10時前後になってようやく少数の出入が見られるようになった。11時過ぎより後は少しく活動数を増し15時頃に到るまでの間に平均して出入合計10分間、5ないし15匹程度の活動が行なわれたが、以後再び衰えて16時20分より後は巢を出るものはなくなった。帰巢するものはその後も若干見られたが17時10分以後は僅かに1匹を記録したのみであった。

(4) 季節による活動時刻の相違 以上述べた諸点から見るにクロヤマアリの食物探索の活動は、各季節を通じてほとんど昼間にのみ限定されていることは明らかである。ただしこれらの観察結果は主として巣口より出入する個体によって得られたものであって、実際に巣外に活動しつつある個体数の増減を直ちに示すものではないが、第1図ないし第4図を見るに、何れの季節においても、朝早くは出巢個体数が帰巢個体数よりも遙かに多く、夕方が近づくにつれ両者の数はこの逆となっている。これは巣外に活動する個体数も、巣口よりの出入個体数と同様朝の活動開始後次第に増加し、日没が近づくにつれ減少することを示すものであろう。本篇には記してないが、このような巣外個体数増減の状態は地表面や樹上のアブラムシ群のもとにおいて直接観察した結果からも確めることができた。

かく本種の活動は主として昼間にのみ行なわれるとはいうものの、朝の活動開始時刻や夕方の活動終了時刻を各季節毎に比較すれば、相互にかなり顕著な相違が見られ、さらにそれぞれの時刻をその日の日出、日没の時刻と比較しても季節によって相当著しい差異がある(第4表)。

第4表において活動終了時刻を示すに出巢終了時刻をもってし、帰巢時刻を用いなかったのは、巣外の個体が食物探索を中止した後帰巢するまでに要する時間が、巣からの距離やその他の事情によって必ずしも等しくないという理由にもよるし、かつ出巢終了は事実上食物探索活動の終了と見て大過ないと考えたからでもある。第4表中の時刻は全部(日出、日没時刻も共に)0.5時間単位をもって表わし、観察開始時に既に若干の活動が始まっていた日の活動開始時刻は、その時およびそれ以後の活動個体数の状態より推して定めた。ただし著しい誤差を生ずるおそれある場合は表より省いたのはもちろんである。なお第

第4表 クロヤマアリの活動時刻と日出日没時刻との比較

観察日	日出時刻	出巢開始時刻	日出より出巢開始までの時間	日没時刻	出巢終了時刻	出巢終了より日没までの時間	昼の間	出巢開始より出巢終了までの時間(活動時間)	昼の時間と活動時間との差
4月16日	5.5			18.5	17.5	+ 1.0	13		
4月18日	5.5			18.5	17.5	+ 1.0	13		
4月22日	5.5	7.5*	+ 2.0	18.5	18.0	+ 0.5	13	10.5	+ 2.5
5月2日	5.0			18.5	16.5	+ 2.0	13.5		
6月1日	4.5	8.0*	+ 3.5	19.0			14.5	} 11	+ 3.5
6月2日	4.5			19.0	19.0	0	14.5		
7月7日	5.0			19.0	20.0	- 1.0	14	} 15.5	- 1.5
7月8日	5.0	4.5*	- 0.5	19.0			14		
8月9日	5.0	5.0*	0	19.0			14		
10月6日	6.0	8.0	+ 2.0	17.5	17.5	0	11.5	9.5	+ 2.0
11月1日	6.5	10.0	+ 3.5	17.0	16.5	+ 0.5	10.5	6.5	+ 4.0

* 印は観察開始時およびそれ以後の活動状態より推定す。

4表中には今まで挙げなかった若干の観察結果をも併せ加えた。

第4表によれば、季節による出巢開始時刻の差異は最大5.5時間に達し、同様終了時刻の差異は3.5時間に及んでいる。さらに日出、日没時刻と活動開始ならびに終了時刻を比較するに、4月、5月には日出後若干時の後活動は開始され、日没以前に終了しているにかかわらず、7月、8月には、日出またはその少し前より活動が始まり、日没直後に到ってようやく終了している。11月には再び春と同様活動開始は日出より遅く、終了は日没よりも早い。すなわち本種の活動は昼間にのみ行なわれるけれども、その開始および終了は必ずしも日出、日没と平行していないといえることができる。

IV 活動開始および終了時刻と気象要因との関係

本種の活動が春夏秋を通じて主として昼間にのみ行なわれる事実は、他の多くの昼間活動性昆虫と同じく、本種もまた光の有無によって活動が著しく影響されることを暗示している。しかしながら一方活動開始および終了の時刻と日出日没との差異が季節によってはなほだしく異なることは、単に光のみならず、他の気象要因も重要な影響を及ぼしていることを示すものであろう。筆者は活動個体数の観察と同時に、巣口付近の照度⁴⁾、気温、地表温度、関係湿度などの測定を10~30分毎に行なったが、これらの測定値は第1図~第4図に

示されている (ただし第1図には照度測定値なし)。

まず明るさと活動時刻との関係を見るに、春および秋の活動は日出後および日没前の周囲の明るい時刻にのみ行なわれているが、7月の観察では日出前日没後にも少数ながら出巢個体がある。しかしこの場合といえども使用した照度計の指針の動かなくなる程度 (照度5 Lux 程度) 以下の暗い時刻にはほとんど巢を出るものがない。この時刻には、気温地表温度ともに18℃以上で、この程度の温度は他の季節の例から見て本種の活動を阻害するとは考えられない。湿度についても同様である。おそらく上記の程度以下に暗いことが出巢を休止せしめる主要な原因となるものであろう。

これに反して春や晩秋に日出後もしばらくは活動が開始されず、また日没前未だ明るい中に出巢が終了するのは、おそらく低温の影響によるものと考えられる。例えば10月6日および11月1日の活動開始時刻たる8時および10時以前には、気温および地表温度の中、一方あるいは双方が14℃以下の低温であったが、これらが共に14℃前後あるいはそれ以上に昇った上記の時刻によりやく活動が始まっている。また4月22日の活動も第1図より推定して気温15℃前後地表温度14℃前後の頃より開始されたものと思われる。早春の朝の低温時については3月27日朝9時30分~10時および10時30分~10時50分の2回の観察を行なったが、この間、気温地表温度共に12℃以下を示し、蟻は全然出現しなかった。しかしながら午後に来て温度はかなり上昇し、極めて少数ではあるが蟻の活動も見られるに到った (第5表)。

この場合といえども、気温14℃以下においては出巢個体を見なくなっている。

夕方出巢終了時刻と温度との関係も活動開始時の場合と極めてよく一致している。すなわち日没前の未だ明るい時既に出巢終了を見たのは4月

第5表 1935年3月27日午後のクロヤマアリ活動個体数

時 刻	活動個体数		天候	気 温 (℃)	地表温度 (℃)
	出巢	帰巢			
時 分 時 分 12.20—12.30	1	0	晴	15.6	23.0
12.30—12.40	1	1	曇	14.8	21.2
12.40—12.50	0	0	曇	13.0	19.0
12.50—13.00	0	0	曇	13.1	18.0
13.00—13.10	0	1	曇	12.6	17.7

16日、18日、22日、5月2日、11月1日などであるが、この中4月22日に気温17℃で出巢が終了しているのを例外として、他の何れの日も出巢終了時刻およびそれ以後は気温または地表温度が14~15℃以下に下がっている。

上述の諸点から見るに、本種の食物探索の活動は各季節を通じて単一の気象

要因のみによって制限されるものではなく、幾つかの要因⁵⁾の組み合わせによって影響され、これらの要因がことごとく適当な値を示す場合にのみ活動は行なわれると考えられる。もっとも BODENHEIMER および KLEIN (1930) は Palästina におけるナガアリ 1 種 (*Messor semirufus* E. ANDRE) の活動は土壤温度によって制限されるが、その活動を停止せしめる温度は季節によって大いに異なることを述べ、これは季節による蟻の生理的性質の相違に起因するものであろうとしているが⁶⁾、クロヤマアリの活動に関してはかかる性質の相違を問題にせずとも一応差支えないように思われる。

要するにクロヤマアリ食物探索の活動は

1. ある程度の明るさ (照度 5 Lux 程度) 以下
2. 気温および地表温度の双方または何れか一方が 14~15℃ 以下

の場合にはほとんど起こらないとい得るであろう。1 日内の活動時間は季節によって著しく異なるが、これは以上のごとき制限因子の組み合わせに基づくと考えられる。例えば、春および秋には気温または地表温度の低いことが早朝からの活動を妨げ、夏には温度は夜中といえどもかなり高いが、明るさの減少によって活動が抑制される。

なお以上の因子の外、降雨強風なども活動を抑制せしむるに与って力あるものとみられるが、これらは活動時刻の季節的相違に直接関係しないため、ここには触れないこととする。

外国産 *Formica* 属に関する報告中、*Formica rufa* L. およびその亜変種についての観察 (EIDMANN, 1926; WELLENSTEIN, 1928; WEBER, 1935) によれば、この種もやはり春より秋に到る活動期間を通じて主として昼間にのみ活動し、夜中は暖い季節に極めて少数の個体が巢外を歩くにすぎない。春秋の比較的寒冷の日には明るくなった後も活動は阻害されるという。これらの観察では活動に関する数量的の取り扱いは行なわれていないが、1 日内の活動状態は各季節を通じておそらくクロヤマアリの示す状態と近似していると思われる。ただし活動の限界となるべき温度その他には種類によってある程度の相違があろう。

なお *F. rufa* に関する上記の報告によれば、夏の高湿時特に巢に直射日光の当る際にしばしば「日中の活動休止」(siesta) が起こるといふ。クロヤマアリにおいても、夏期の炎天下、地表温度が 45℃ を越えると共にかかる現象が見られる (1935年 7 月 7, 8 日 [第 2 図] では地表温度は 45℃ に達していない)。このような温度の際には巢口よりの出入はもとより、路上を歩行する個体もほとんど

見られなくなり、ただ直接かかる高温に接しない茂った草の上や日陰の場所においてのみ活動が行なわれる。かくのごとき活動休止の結果は1日を通ずる活動が前後2回に分けられ他の場合と異なった特殊な活動状態を示すこととなるが、これは夏を特徴づける1つの活動型として注意に値するものであろう。

V 摘 要

1) 本観察は京都帝国大学理学部附属植物園において行なわれたものである。

2) クロヤマアリ (*Formica fusca* var. *japonica* MOTSCHELKY) の職蟻は、園内では早春より晩秋に到るまで食物を求めて巢外で活動する。ただしこの活動は夜間には行なわれない。

3) 活動開始および終了時刻は季節によってかなり異なるのみならず、その相違は日出、日没時刻の季節的相違に必ずしも平行しない。すなわち、活動開始時刻は春秋には日出時刻より遅く、夏にはやや早い。終了時刻は春秋には日没時刻より早く、夏には若干遅い。

4) 各季節の気象の日変化状態と本種の活動時刻とを比較するに、本種の食物探索活動は、明るさがある程度 (照度5 Lux 程度) 以下の場合あるいは気温または地表温度が14~15°C以下の場合には抑制されるようである。夏の夜の活動休止は明るさの減少のためと考えられ、春秋において、夏よりも活動開始時刻が遅く終了時刻が早いのは低温の影響によるものと思われる。

引用文献

- BODENHEIMER, F.S. & H.Z. KLEIN (1930) *Zeitschr. f. vergl. Phys.*, 11, H. 3: 345.
 DREYER, W.A. (1932) *Phys. Zool.*, 5: 301.
 EIDMANN, H. (1926) *Zeitschr. f. angew. Entom.*, 12: 298.
 WEBER, N.A. (1935) *Ecol. Monogr.*, 5: 167.
 WELLENSTEIN, G. (1928) *Zeitschr. f. angew. Entom.*, 14: 1.

註

- 1) [41頁] ここにいう活動は後に述べるごとく、主として食物探索の活動を意味する。
 2) [43頁] この方法によって半日以上にわたる継続した記録を得ることは観察者が1人のみでははなはだ困難であるため、前記研究室員諸氏によって観察はしばしば代行された。ただし日を異にする数回の観察によって各時刻の活動状態の資料を得た場合も多い。なお夜間は継続し

た観察を行なわなかったが、暗くなってから後もしばしば巢口付近その他を調査してこれを補うこととした。

- 3) [43頁] 図の活動個体数は30分間の総計をもって表わした。第2図以下も同様である。
- 4) [48頁] 照度の測定には Ombrux 写真用照度計を用いた。
- 5) [50頁] 湿度については少なくとも観察された範囲内(40~100%)では活動を著しく阻害するほどの影響あるものとは思われない。
- 6) [50頁] DREYER (1932) の *Formica ulkei* の呼吸に関する研究では一定温度の下では季節のいかに問わず一定の呼吸商が得られ、季節の相違による生理的性質の相違は見られないとしており、BODENHEIMER の報告の中でも *Messor semirufus* の選択温度には季節による相違が現われていない。