

西条カキ園における訪花昆虫群集の日変化について*

山陰地方における圃場の昆虫群集に関する研究 8

三 浦

正^{***}

Tadashi MIURA

ON THE HOURLY CHANGE OF THE POLLINATOR
ASSOCIATION FOUND IN THE JAPANESE PERSIMMON,
VAR. SAIJO ORCHARD IN DAY-TIME

はじめに

山陰地方は、西条カキ Japanese persimmon, *Diospyros kaki* THUNB. var. *Saijo* の生産地で、その栽培面積も広い。カキの生産量を支配する要因の一つに生理落果の現象がある。生理落下の起る主な原因は不完全授粉にあるとされている。この対策としては、授粉樹の混植や人工授粉がある。しかし、授粉樹も適当な優良種がなく、人工授粉は果実の生産費を高める点で問題がある。

1) 植田・野津・三浦はシマハナアブ *Eristalis cerealis* FABRICIOUS を増殖して放し、授粉効果を調査したが、期待できる成果は得られなかった。その原因は西条カキの花形と開花期の気温がアブの活動に不適当であったものと考えられた。そこで西条カキの開花期に活動する訪花昆虫相を調査し、有用種の探索をなすことにした。本報では訪花昆虫相と群集構造の日変化についてのべる。

この研究に際して、昆虫の分類をして下さった九州大学教授平嶋義宏博士と教室の多田内修博士、院生大原賢二氏に厚くお礼を申し上げます。

調査方法

1975年6月、松江市本庄にある島根大学農学部付属農場の西条カキ園において調査を行った。カキは樹令10年、園の面積40a、植栽密度3.3/aであった。園には授粉樹として禪寺丸、樹令9年が混植されている。花は

* Studies on the insect association of crop field in San-In District. No. 8.

*** 昆虫管理学研究室

5月31日から開花し、満開日は6月7日であった。

調査は6月3, 4, 7日に実施した。調査対象木は、西条2本、禪寺丸2本の計4本とした。

昆虫採集は9時から1時間毎に18時まで実施した。採集は各時刻のはじめの15分間を単位とし、2名の採集者が対象木に飛来した昆虫を捕虫網(口径42cm, 柄1m)と吸虫管を使用して捕獲した。

結果および考察

1. 調査日の天気概況

カキ園の近くにある農場の観測記録を利用した。これを第1表に示した。

6月4日に21.3mmの雨量が記録されているが、日中の調査には影響がなかった。6月7日の気温は3, 4日よりも低温に経過した。

2. 訪花昆虫相

調査の3日間、9時から18時までの各時刻のはじめ15分間に採集された種と個体数を日レベルに整理して第2表に示した。

訪花昆虫は15種、244個体を採集した。種組成は膜翅目ミツバチモドキ科2種、ミツバチ科3種、ヒメハナバチ科4種、双翅目ハナアブ科6種であった。これらのうちでは、ミツバチの個体数が多く、全種総個体数の29.5%を占めていた。2位はクマバチの21.3%、3位はニホンヒゲナガハナバチの20.9%であった。採集時刻別にみた個体数の分布を第1図に示した。

1981年の開花期に同じ園を使用した調査結果(研究室学生野村哲也君による)、次の種が採集された。

Table 1. Weather condition during the period of investigation in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard

A) Weather condition			
Factor	Jun-3	-4	-7
weather	Clear	Clear	Clear
Amount of precipitation (mm)	—	21.3	0
Wind direction	SE	W	NE
Wind force (m/s)	3.0	0.0	0.0
Daylight hours	11.7	0	3.2
Amount of evapotranspiration (mm)	7.1	2.1	3.9
Maximum wind speed (m/s)	6.2	6.4	7.4
Wind speed of twenty-four hours	0.8	1.1	1.2
Maximum temperature (°C)	28.5	26.0	22.2
Minimum temperature (°C)	13.8	15.9	16.6

B) Air temperature and humidity						
Hour	June-3		-4		-7	
	Temp. (°C)	Humid. (%)	Temp. (°C)	Humid. (%)	Temp. (°C)	Humid. (%)
09:00	21.9	80.1	23.2	69.0	19.2	88.5
10:00	23.8	73.3	23.2	78.5	20.1	81.6
11:00	25.5	67.0	24.4	70.5	20.5	82.0
12:00	27.5	62.7	25.2	60.0	20.5	83.2
13:00	28.0	61.0	25.8	63.5	21.0	80.9
14:00	27.9	59.5	26.0	60.5	21.5	73.8
15:00	27.9	62.0	25.7	58.0	22.0	73.4
16:00	27.0	62.0	25.7	58.5	22.1	70.5
17:00	24.0	77.0	24.5	75.3	21.3	71.0
18:00	23.7	85.1	22.7	79.0	21.1	71.8

Table 2. Relative composition of pollinator fauna in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard

Species	June-3		-4		-7		Total	
	N*	%**	N	%	N	%	N	%
Colletidae								
<i>Hylaeus</i> sp. (1)	5	6.76	7	10.45	7	6.80	19	7.79
<i>Hylaeus</i> sp. (2)	1	1.35					1	0.41
Apidae								
<i>Apis cevana</i> FABRICIUS	18	34.32	16	23.88	38	36.89	72	29.51
<i>Xylocopa appendiculata circumvolans</i> SMITH	19	25.68	9	13.43	24	23.30	52	21.31
<i>Tetralonia nipponensis</i> PEREZ	9	12.16	19	28.36	23	22.33	51	20.90
Andrenidae								
<i>Andrena opacifovea</i> HIRASHIMA			4	5.95	4	3.88	8	3.28
<i>Andrena parthoracica</i> HIRASHIMA	11	14.86	5	7.46	1	0.97	17	6.97
<i>Andrena tsukubana</i> HIRASHIMA	1	1.35	3	4.48			4	1.64
<i>Andrena watasei</i> COCKERELL	3	4.05			2	1.94	5	2.05
Syrphidae								
<i>Eristalis cerealis</i> FABRICIUS	5	6.76			3	2.91	8	3.28
<i>Xylota coquilletti</i> HERVE-BAZIN	1	1.35	1	1.49			2	0.82
<i>Milesia undulata</i> VOLLENHOVEN			1	1.49			1	0.41
<i>Helophilus virgatus</i> COQUILLET			1	1.49			1	0.41
<i>Syrphus torvus</i> OSTEN-SACKEN			1	1.49			1	0.41
<i>Sphaerophoria menthastris</i> LINNÉ	1	1.35			1	0.97	2	0.81
Total	74	100	67	100	103	100	244	100

* Number of individuals ** Percentage in composition

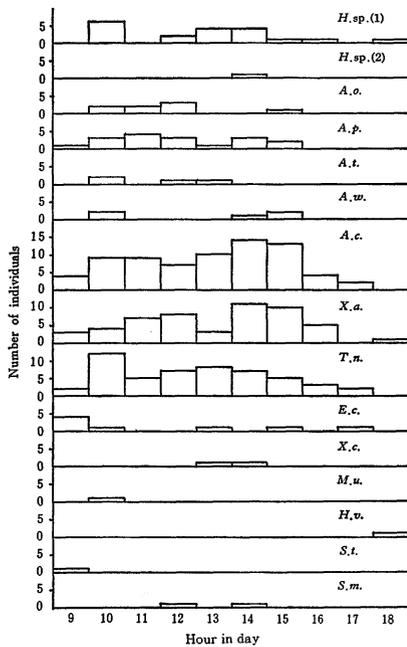


Fig. 1. Hourly sequence of the individual number of each species in daytime in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard

- H. sp. (1) : *Hylaeus* sp. (1)
- H. sp. (2) : *Hylaeus* sp. (2)
- A. o. : *Andrena opacifovea*
- A. p. : *Andrena parthoracica*
- A. t. : *Andrena tsukubana*
- A. w. : *Andrena watasei*
- A. c. : *Apis cevana*
- X. a. : *Xylocopa appendiculata circumvolans*
- T. n. : *Tetralonia nipponensis*
- E. c. : *Eristalis cerealis*
- X. c. : *Xylota coquilletti*
- M. u. : *Milesia undulata*
- H. v. : *Helophilus virgatus*
- S. t. : *Syrphus torvus*
- S. m. : *Sphaerophoria menthastris*

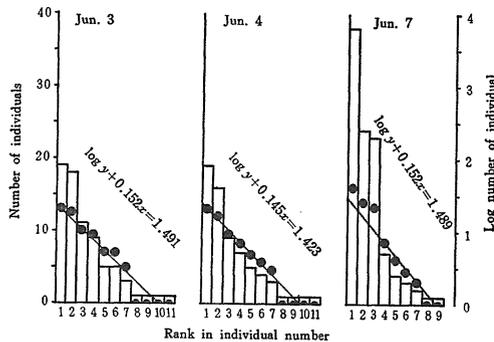


Fig. 2. Daily change of the form of pollinator association in daytime on the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard shown by the geometrical progression method

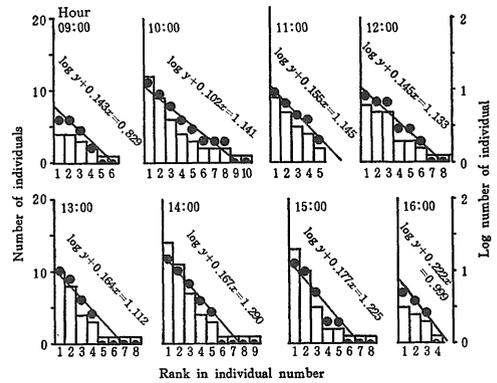


Fig. 3. Hourly change of the form of pollinator association in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard shown by the geometrical progression method

ヒメハナバチ科のアキノヤマテヒメハナバチ *Andrena mitakensis* HIRASHIMA, ウツギノヒメハナバチ *Andrena prastomias* PÉREZ の2種, ミツバチ科のトマルハナバチ *Bombus diversus* SMITH, キオビツヤハナバチ *Ceratina flavipes* SMITH の2種, コハナバチ科のコガタノシロスジコハナバチ *Lasioglossum scitulum* (SMITH), *Lasioglossum* sp. (1), (2), (3), (4) の5種, ハキリバチ科のトガリハナバチの1種 *Coelioxys* sp., ハナアブ科のハナアブ *Eristalomyia tenax* LINNÉ, マルヒラタアブ *Didaea fasciata* MACQUART の2種であった。

1975, '81年の採集標本を合せると, 訪花昆虫は27種となり, 科別にはミツバチモドキ科2種, ミツバチ科5種, ヒメハナバチ科6種, コハナバチ科2種, ハキリバチ科1種, ハナアブ科8種となる。

西条カキの花粉, 花蜜を求めて周辺から集まる昆虫の生活型をみると, 花の利用面から二つに分かれる。一つは膜翅目に属する昆虫で, 多くの種は訪花者自体の栄養摂取と営巣中の育仔の食糧として利用するグループ, いま一つは双翅目に属する昆虫で, このグループは訪花者自体の栄養摂取が目的である。いずれのグループも花粉媒介虫としての役割は果たしている。

西条カキの花形は鐘状花で, 花卉が比較的固く, つぼ状をしているので, 蜜源の位置が深い。この関係で訪花昆虫の体の大きさ, 口器の形態などは花の利用効率に大きく影響し, 双翅目昆虫にとって花の利用上制約される面がある。

3. 群集構造

カキ園の面積, 植栽密度, 単木における着花密度は, 訪花昆虫にとっては限定された環境下の資源である。

Table 3. Changes in diversity indices of several species in pollinator association in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard (a and b are values in the law of geometrical progression, $\log y + ax = b$, by Motomura, $1/a$ is species diversity by Motomura, λ is index of concentration, and its $1/\lambda$ is species diversity by Simpson)

		a	b	$1/a$	λ	$1/\lambda$
June	3th	0.152	1.491	6.579	0.162	6.173
	4th	0.145	1.423	6.897	0.166	6.024
	7th	0.152	1.489	6.579	0.240	4.164
Hour	09 : 00	0.143	0.830	6.993	0.152	6.579
	10 : 00	0.120	1.141	8.333	0.150	6.667
	11 : 00	0.155	1.145	6.452	0.211	4.739
	12 : 00	0.145	1.133	6.897	0.155	6.452
	13 : 00	0.164	1.112	6.096	0.202	4.950
	14 : 00	0.167	1.290	5.988	0.195	5.128
	15 : 00	0.177	1.225	5.650	0.227	4.405
	16 : 00	0.222	1.000	4.505	0.244	4.098

「花を求める」共通の目的をもつ昆虫の種と個体数の間にはおのずから規則性があってもよい。

元村²⁾は海辺の動物群集の研究から、一定区域に生息する動物群集は、群集を構成する種の個体数と順位の間には規則性があり、群集構成種を個体数の順に配列すると等比級数関係が成立するとした。この関係は $\log y + ax = b$ で示される。この式の a と b は定数で a , b の大小によって群集構造が単純か複雑かを測る指標とした。 a が大きい場合の群集は特定種の個体数が多く構造は単純となる。 a の小さい場合は群集中の種の個体数に差が少なく、構造は複雑となる。 b は群集の個体密度の指標となる。

元村式の a の逆数は、群集の構造的規則性にもとづく多様度指数として使用できる。群集の多様度を示す指数として有名な SIMPSON の単純度指数 (λ) とその逆数で示される多様度指数 ($1/\lambda$) についても求めて、元村式の指数の動きとの関連をみた。この結果を第 2, 3 図と第 3 表に示した。

1) 日単位の群集構造

日によって訪花昆虫の群集構造はどのように変化しているかを知るために日単位で指数を検討した。第 2 図および第 3 表参照。

6月4日の群集における元村式の a は 0.145, b は 1.423 であって、調査日のうちで最も複雑な構造を示した。3日, 7日と単純構造になった。7日の群集構造が単純になった背景には、ミツバチとクマバチの個体密度が高く、ハナアブ類の訪花が少なかったためである。

2) 時間単位の群集構造

調査は9時から18時まで実施されたが、17時, 18時における訪花昆虫の種数は少なく、元村式の計算や SIMPSON の多様度の計算はしなかった。第 3 図, 第 3 表に示されたように、元村の a , SIMPSON の λ , 元村の $1/a$, SIMPSON の $1/\lambda$ は全く同じ変動を示し、10時, 12時に構成された群集構造が最も複雑であった。一日を通じてみると、多様度は午前中において高く、午後になると特定の種の個体数が多くなり多様度は低くなる。したがって群集構造は9時から16時に向けて単純形態を示す。昆虫の訪花は西条カキの開やく、抽蜜時刻と密接な関係にあるので、午前中に多様度の高い複雑群集が構成され、午後に単純化することは理解できる。

ミツバチモドキ科, ヒメハナバチ科に属する昆虫は15時頃まで訪花活動がみられた。ミツバチ科の昆虫は日中幅広い活動の時間帯をもっていた。ハナアブ科の昆虫は個体数が少なく、一定の傾向はつかめなかったが、16時以降の活動はあまりみられなかった。

4. 群集における種類組成の類似度

時間単位で測定された群集の種類組成が、連続する時刻間でどのような類似性をもっているかを知るために、種類組成の類似度を求めた。これには本元の重複度指数 (C_n) を使用した。これを第 4 図に示した。

重複度指数 (C_n) は14時と15時の群集間において最高値を示し、0.974であった。次いで11時と15時の群集間における0.961, 11時と14時の群集間における0.949, 14時と16時の群集間における0.944, 15時と16時の群集間における0.942, 10時と13時の群集間における0.937などが高かった。

5. 群集の主要種

時刻別に群集構成種の出現百分率を求め、理論平均出現率 (種類の逆数) 以上の種を取り出して示したのが、第 5 図である。

その結果、次の種を中心にした群集構成がみられた。

9時: *Apis cevana* > *Eristalis cerealis* 群集

10時: *Tetralonia nipponensis* > *Apis cevana* 群集

11時: *Apis cevana* > *Xylocopa appendiculata circumvolans* 群集

12時: *Xylocopa appendiculata circumvolans* > *Tetralonia nipponensis* 群集

13時: *Apis cevana* > *Tetralonia nipponensis* 群集

14時: *Apis cevana* > *Xylocopa appendiculata circumvolans* 群集

15時: *Apis cevana* > *Xylocopa appendiculata circumvolans* 群集

16時: *Xylocopa appendiculata circumvolans* 群集

Hour in day	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
09:00	1.000									
10:00	0.622	1.000								
11:00	0.781	0.795	1.000							
12:00	0.736	0.880	0.933	1.000						
13:00	0.734	0.937	0.843	0.849	1.000					
14:00	0.778	0.834	0.949	0.930	0.901	1.000				
15:00	0.815	0.766	0.961	0.900	0.852	0.947	1.000			
16:00	0.743	0.761	0.904	0.905	0.829	0.944	0.942	1.000		
17:00		0.772	0.651	0.646	0.865	0.681	0.694	0.651	1.000	
18:00			0.343	0.404	0.285	0.425	0.359	0.484		
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
	Hour in day									

Fig 4. Similarity matrix of $C_{II}^{\ast\ast}$ in degree of overlap of pollinator association in each hour in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard

$$\ast\ast C_{II} = \frac{2 \sum_{i=1}^S n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\sum_{i=1}^S n_{1i}^2 + \sum_{i=1}^S n_{2i}^2) N_1 \cdot N_2} \quad 0 \leq C_{II} \leq 1 \quad \sum_{i=1}^S n_{1i}^2 = N_1^2, \quad \sum_{i=1}^S n_{2i}^2 = N_2^2$$

$$C_{II} = \frac{2 \sum_i (n_{1i})^2}{2(\sum (n_{1i})^2 / N_1^2) N_1^2} = 1$$

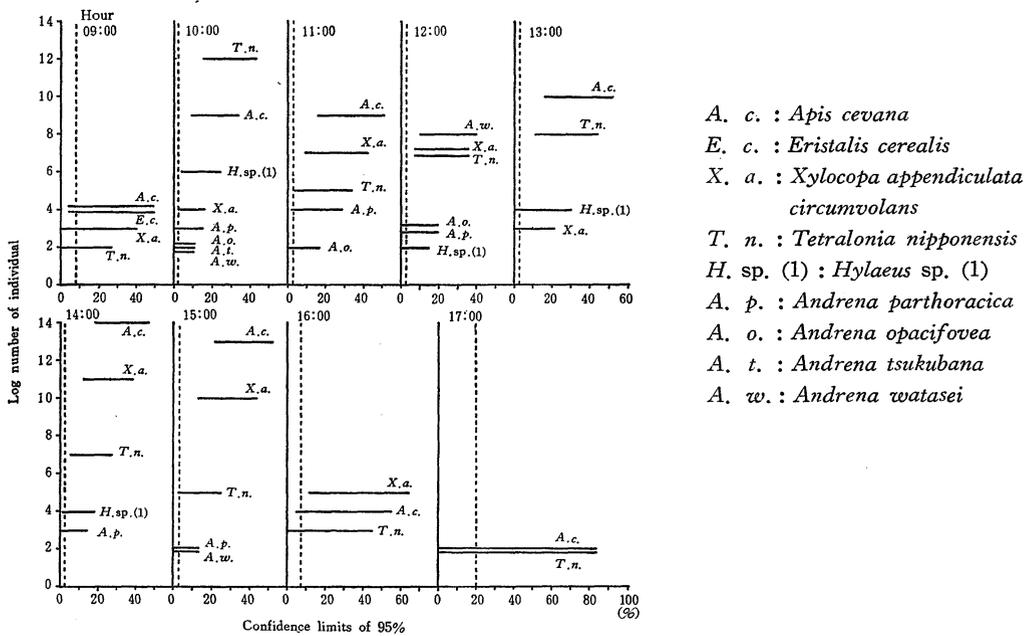


Fig. 5. Hourly distribution in the population density of principal species in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard shown by the confidence limits of 95 per cent

西条カキの訪花昆虫のうちでは、ミツバチの勢力が強い。本種の利用についての可能性を検討する必要がある。他の多くの膜翅目昆虫は土中営巣性でしかも孤独生活者が多く、これらの役割を期待するためには、生息環境の保護育成を計るべきであろう。

おわりに

本報においては、西条カキ園における訪花昆虫相、群集構成の日変化についての調査結果をのべた。

1. 訪花昆虫は膜翅目9種、双翅目6種を採集した。1981年の調査を合せると、膜翅目16種、双翅目8種となった。
2. 群集構造は一般に午前において複雑形態を示し、午

後に単純形態になった。

3. 群集構成種の時刻間の重複度指数 (C_{11}) は14時と15時の群集間において高く、0.974であった。
4. 群集の主要種は、ミツバチ>クマバチ>ニホンヒゲナガハナバチであった。

引用文献

1. 植田尚文・野津康嗣・三浦正：島根大農研報 10：39-42, 1976.
2. 元村 勲：動物学雑誌 44：379-383, 1932.
3. SIMPSON, E. H. : Nature 163 : 688, 1949.
4. 木元 新作：動物群集研究法 I 共立出版、東京、1976.

SUMMARY

In order to investigate the diurnal change of the pollinator fauna, the present experiment was carried out in the Japanese persimmon, var. *Saijo* orchard. The results obtained were as follows ;

- 1) The pollinator collected were nine species of Hymenoptera and six species of Diptera. Total number of pollinator collected amount to sixteen species of Hymenoptera and eight species of Diptera including the species investigated in last year (1981).
- 2) As a whole, the structure of pollinator association showed a complex pattern in the morning, and that turned into a simple pattern in the afternoon.
- 3) The index of degree of overlap between the pollinator fauna collected at 14.00 hr and that collected at 15.00 hr was calculated as 0.974, and the value was the highest in this study.
- 4) The main species observed in the present experiment were as follows ; *Apis cerena*> *Xylocopa appendiculata circumvolans*> *Tetralonia nipponensis*.