

# 公園整備に伴う環境変化が開花植物と訪花昆虫に与えた変化

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/5968">http://hdl.handle.net/2297/5968</a>

# 公園整備に伴う環境変化が開花植物と 訪花昆虫に与えた変化

宇都宮大輔

金沢大学大学院自然科学研究科

## はじめに

被子植物と昆虫のあいだには、植物が昆虫に花蜜や花粉という食物を提供するかわりに、花粉を運んでもらうサービスを報酬として受けるという代表的な相利相互作用がある。これまで、送粉者である訪花昆虫相の季節変化や年変動や、植物の繁殖成功における送粉者の直接的な作用についての基礎的研究が多くなされているが (Fishbein & Venable 1996, Herrera 1987, 2000, Cane & Schiffhauer 2003)、近年では、環境攪乱に対する送粉者の応答とそれに伴う植物の繁殖成功の変化について注目されている (Murren 2002)。

本研究を行った金沢城公園では、近年行われた大規模な整備にともない、多数の観賞用植物が持ち込まれ、植生や開花植物の存在様式が変化している。本項では、大規模な整備が始まった2000年から、加賀百万石博覧会が行われた2002年までの開花の季節変化、訪花昆虫相とそれらの訪花パターンの動態についてまとめ、人為的な環境攪乱下でみられた既存植物における訪花昆虫相の変化について報告する。

## 調査地と調査方法

調査は、ルートセンサス法を用いて行った。1999年に6区間(ルートI-VI)を設定した。ルートI(長さ100m)は、シロツメクサやニワゼキショウ、コナスピが優占する、日当たりの良い草地だったが、整備工事のために利用できなくなり、2000年以降は残りの5区間(II-VI)で調査を行った。ルートII(長さ50m)は、オドリコソウやドクダミが優占する石垣沿いの草地で、毎年初夏と晩夏に草刈りが行われた。2001年以降は一部が花壇として利用され、2001年にはサルビアとポーチュラカが、2002年にはジャノヒゲが植栽された。ルートIII(長さ50m)は、丑寅櫓跡から辰巳櫓跡に至るタカオカエデが優占する林内にあり、ヌマスギやトチノキなどが混生している。草本ではオドリコソウやミゾソバが優占していた。ルートIV(長さ100m)は、辰巳櫓跡から三十間長屋にいたる、タカオカエデが優占する林内にあり、草本相はマムシグサやカキドオ

シ、ツボスミレが見られるが種数、植被率ともに少なかった。ルートV（長さ50m）は、ヒノキの疎林に設置した。オドリコソウやノコンギクが草本では多くみられた。このルートでは年1回草刈りが行われた。ルートVI（長さ100m）は、いもり坂から旧陸軍司令部跡周辺に広がる、シロダモ、シラカシ、タブノキなどの照葉樹とタカオカエデが優占する林内に設置した。草本では、シャクやツユクサが多くみられる。2001年は、新たに花壇沿いに2区間のルート（a, b）を設定した（図1）。ルートセンサスは、2000年から2002年までの、4月～11月に、7～10日に1回の頻度で行った。センサス1回あたり、1日3回（朝、昼、夕）ルートを巡回し、ルートの両側2m以内にある開花個体に訪花していた昆虫を採集した。また、同範囲内での開花植物種と各種の開花数・開花花序数も同日中に記録した。本調査では、花被が開いてからしおれたり、脱落するまでを開花と定義した。無花被花では、雄蕊や雌蕊がしおれるまでを開花と定義した。採集した昆虫は、標本にした後、専門家に同定を依頼した。

## 結果

### 開花植物相

既存のルート（ルートII～VI）上で開花した植物の種数は、2000年72種、2001年84種、2002年75種だった（表1）。このうち、3年とも開花した植物は、46種で、3年間の総開花植物種数の約42%にあたる。各年次間で共通して開花した種数は、2000年と2001年は54種（約53%）、2001年と2002年は63種（約66%）、2000年と2002年は52種（約55%）だった。また、金沢城公園全域で花壇に植栽された園芸植物は、2001年731品種、2002年85品種だった。

### 訪花昆虫相

既存植物（既存ルート上の園芸植物以外の種）を訪花した昆虫は、2000年が14科30属39種769個体、2001年は11科24属34種346個体、2002年は16科29属36種357個体だった（表2）。科や属、種数はどの年も大きな違いがみられなかったが、2001年、2002年の個体数は、2000年の半分以下に減少した。また、毎年採集できた昆虫は、15種だった。年次間で共通して採集した昆虫の種数は、2000年と2001年は20種（約30%）、2001年と2002年は26種（約28%）、2000年と2002年は25種（約28%）だった。また、2002年でのみ採集した昆虫は37種で、2000年（21種）や2001年（15種）と比較すると、かなり多かった。

園芸植物を訪花した昆虫は、2001年が5科8属8種49個体で、2002年は15科29属36種470個体だった。2001年には、いずれの数値も既存植物を訪花した昆虫の半分以下だったのに対し、2002年には、科、属、種数がほぼ同じになり、個体数では上回った。

### 開花植物の季節変化

既存ルート上の開花植物種数の季節変動は、毎年、6月と8月に種数の少ない時期がみられたが(図2)、その変動パターン的一致性は、統計的に有意ではなかった(Friedman test,  $p > 0.05$ )。2001年から設置した花壇ルート(a, b)は、2001年は9月から植栽され、2002年は4、5月に前年に残された園芸植物で開花する種が現れ、植栽は6月から行われた。

### 訪花昆虫の季節変化

既存植物への訪花昆虫の季節変動は、種数、個体数ともに年によって異なっていた(図3)。園芸植物を訪花した昆虫は、どの年も、植栽が始まってから種数、個体数ともに増加していた。

### 昆虫各種の個体数の年次変化と訪花パターンの変化

図4には、3年間で採集した昆虫98種について、それぞれの年の個体数および各個体が既存植物を訪花したのか園芸植物を訪花したのかを示した。この図を見ると、年を経る毎に訪花植物に園芸植物を含む種や園芸植物のみを訪花するようになった種が増加していることがわかる。また、2001年や2002年に新たに採集した種では、園芸植物を訪花する種が多かった。2000年に数多くみられた種は、2002年にはほとんどみられなくなった。既存植物、園芸植物ともに訪花した昆虫は、2001年が2科4属4種で、園芸個体を訪花した個体数は15個体だった。2002年は5科6属6種で、園芸植物を訪花した個体数は141個体だった。また、これらの昆虫は、2001年は、既存植物を訪花する個体の割合が高かったが、2002年には、園芸植物を訪花した個体の割合のほうが高い種が多かった。

### 既存植物の訪花昆虫相の変化

既存の訪花昆虫の訪花パターンの変化は、既存植物の訪花昆虫相に影響を与

えている。4月の終わりから5月に数多く開花する既存植物であるオドリコソウ (*Lamium album*) への訪花昆虫相の変化を図5で示した。2000年、2001年で優占していたケブカハナバチ (*Anthophora plumipes*) が2002年にはほとんどみられなくなった。また、訪花昆虫の全個体数は、2000年には33個体だったが、2001年には7個体に激減し、2002年は5個体だった。

## 考察

### 開花植物相

既存ルート上の開花植物は、3年ともに開花していた種が約42%にのぼり、複数年で開花していた種と合わせると、約70%になる。2000年以降、金沢城公園内で、開花植物の種類相は、ほとんど変化していないと考えられる。園芸植物は、2001年には9月からのべ731品種が花壇をはじめ、公園内に植栽された。このうち、花を觀賞するために植栽された植物は、345品種だった。2001年には、85品種が植栽され、前年から残されたものとあわせ、約100種が開花した。

### 開花植物の季節変化

既存ルート上で開花した植物の種数の季節変動で、6月と8月に種数の減少がみられたのは、この時期に草刈りが行われ、比較的、開花植物種数の多いルートIIとVの草本が刈られることも影響していると考えられる。花壇ルートでは、2001年9月に植栽が始まったことにともない、急激に開花種数が増加している。その後、10月下旬に大規模な植え替えが行われたが、開花種数に大きな影響はなかった。2002年は、6月に植栽が始まり、種数も急激に増加している。その後、徐々に増加しているのは、前年に残された品種が開花を始めたためである。この年は、9月上旬と10月の終わりに植え替えが行われたが、それに伴う種数の増減は少なかった。したがって、この年の変動は、前年に残された種の影響を強く受けたと考えられる。

### 訪花昆虫相

既存の植物を訪花した昆虫に関しては、3年とも採集された昆虫は15種と少なかったことから、種の入替わり自体は激しいと考えられるが、科、属、種数では年による変化はあまりなかった。2001年、2002年の個体数は、2000年の半分以下だった。2001年は、花壇への植栽が9月からであるうえに、園芸植物

を訪花した昆虫の個体数と合計しても、2000年の約半分にしかならない。また、既存植物、園芸植物ともに訪花した昆虫も4種で、園芸植物を訪花した個体数も15個体と少ない。これらのことから、花壇の影響よりも、全国都市緑化フェアに向けての大規模な工事や芝生の植え込みなどによる、幼虫等の生息場所の環境改変の影響が大きいのではないかと考えられる。2002年は、既存植物、園芸植物ともに訪花した昆虫は6種で、2001年とあまり変わらないが、これらの種の内、園芸植物を訪花した個体数は141個体と急激に増加している。さらに、園芸植物を訪花した昆虫は470個体で、既存植物を訪花した昆虫よりも100個体以上多い。これらのことから、2002年は花壇の影響が強かったといえる。

### 訪花昆虫の季節変化

既存植物への訪花昆虫の種数と個体数の季節変化には、年次間での特定パターンはみられなかった。また、開花植物種数の季節変化との関係もみられなかった。園芸植物への訪花昆虫の種数、個体数は、2001年では開花種数との関連がみられるが、2002年では8-9月に種数、個体数ともに減少するなど、関連がみられない。8-9月は、既存植物への訪花昆虫も種数、個体数ともに減少がみられる時期であるため、昆虫の発生消長や活動消長に何らかの原因があったのかもしれない。また、4月にみられた個体数の増加は、園路沿いに植栽されたサツキに *A. plumipes* が集中的に訪花していたためである。

### 昆虫の訪花パターン

訪花昆虫の訪花パターンは、年々変化していた(図4)。また、金沢城公園に新規移入してきた種は、園芸植物を好んで訪花した。訪花パターンの変化は花壇の影響が大きいと考えられる。また、花壇という新たな環境が生じたために、新たな種が移入できたと考えられる。それら新規移入昆虫で、既存植物を訪花する種が少なかったことは、花壇の方が採餌効率がいいだけでなく、日当たりなどの環境条件も影響しているだろう。また、2002年に急激に個体数を増加させた種がみられるが、これらの種は園芸植物を利用するという点に、より早く適応できたためだと考えられる。新規移入種に関しては、定着するかどうかや、既存植物を訪花するようになるのかについて、今後の経過を観察していく必要があるだろう。

## 訪花昆虫の変化が植物に与える影響

このような訪花昆虫の変化は、植物にも大きな影響を与えられられる。オドリコソウは、花筒部が長い花をつけるため、口舌の長いハナバチ類に送粉を依存していると考えられる。2000年は、オドリコソウを訪花した33個体のうち、ほとんどの個体が舌の長い *A. plumipes* で、有効に送粉が行われていたと考えられる。2001年には訪花個体数自体が激減したが、*A. plumipes* が優占していた。しかし、2002年になると、個体数が少ないうえに、クマバチのような盗蜜をおこなう種の割合が多くなり、有効に送粉できていない可能性がある。このような状況が長く続くと、*A. plumipes* が金沢城公園で存続していく上で大きな問題になってくるだろう。このような状況は、オドリコソウだけではなく、他の既存植物でも起こっていると考えられる。

## 今後の課題

以上のことから、花壇造成をはじめとする人為的な環境攪乱が植物と訪花昆虫の関係に与える影響は、今すぐに結論を出すことは難しいだろう。新たに入ってきた訪花昆虫が多いため、単純に種数をみると増加しているように見えるが、移入種が今後も定着するかどうかや、既存植物への訪花を行うようになるのかということ、今後、続けてみていく必要があるだろう。また、現在既存植物でみられる影響も、訪花昆虫の動向とあわせて、今後の推移をみる必要があるだろう。

## 要約

1) 近年のイベント開催のための大規模工事や花壇造成など、人為的環境変化が激しかった金沢城公園において、2000年から2002年までの3年間、植物と訪花昆虫の関係がどのように変化したのかを知るために調査を行った。

2) 調査はルートセンサス法を用い、訪花昆虫の採集と同時に開花植物の種類や開花数を記録した。

3) 既存ルート上では、2000年72種、2001年84種、2002年75種の植物が絶え間なく開花していた。また、2001年には731品種、2002年には85品種の園芸植物が、金沢城公園に植栽された。

4) 既存植物を訪花した昆虫は、科、属、種数に年次間で大きな差はみられなかったが、2001年と2002年の個体数は、2000年の個体数から半減していた。

園芸植物を訪花した昆虫は、2001年は少なかったが、2002年には種数で既存植物への訪花昆虫種数とほぼ同じ、個体数では、100個体以上、上回った。

5) 昆虫の種数、個体数の季節変化に対する開花植物種数の季節変化の影響はみられなかった。

6) 既存植物と園芸植物をともに訪花した昆虫の種数は2001年、2002年ともに少なかった。しかし、2002年になって、6月頃から園芸植物が利用できる状況になると、園芸植物だけを利用する種が増加した。

7) 新たに採集した訪花昆虫は、園芸植物を利用する種が多かった。

8) 既存植物を訪花する昆虫の個体数が減少した上に、花壇造成の影響で訪花パターンが変わった昆虫がいるために、今後、既存植物の繁殖に大きな影響が出る可能性がある。

9) 人為的な環境攪乱の影響を評価するためには、新たにみられた訪花昆虫の定着の有無や訪花パターンの変化に注目し、継続して調査を続けることが必要だと思われる。

## 謝辞

この調査を行うにあたり、多くの皆様にお世話になりました。様々なアドバイスや指導をしていただいた中村浩二教授（金沢大学自然計測応用センター）、大串龍一名誉教授（金沢大学）には、厚くお礼申し上げます。金沢城兼六園管理事務所は、金沢城公園の一般公開地区以外での調査を許可されるとともに、全国都市緑化フェアや金沢百万石博覧会に関する資料を提供されました。また、昆虫標本の同定は、羽田義任氏（福井県大野市）、高羽正治氏（石川県金沢市）、徳本洋氏（石川県金沢市）、田辺慎一氏（金沢大学21世紀COEポスドク）、広永輝彦氏（北海道大学農学研究科）、植物の同定は梅林正芳助手（金沢大学自然科学研究科）に労をおとりいただきました。これらの皆様に心から感謝申し上げます。

## 引用文献

Cane, J. H. and Schiffhauer, D. 2003. Dose-response relationships between pollination and fruiting refine pollinator comparisons for cranberry (*Vaccinium macrocarpon* [Ericaceae]). *American Journal of Botany* 90: 1425-1432.

Fishbein, M. and Venable, D. L. 1996. Diversity and temporal change in the effective pollinators of *Asclepias tuberosa*. *Ecology* 77: 1061-1073.



Herrera, C. M. 1987. Components of pollinator "quality": comparative analysis of a diverse insect assemblage. *Oikos* 50: 79-90.

Herrera, C. M. 2000. Flower-to-seedling consequences of different pollination regimes in an insect-pollinated shrub. *Ecology* 81: 15-29.

Murren, C. J. 2002. Effect of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *Journal of Ecology* 90: 100-107.

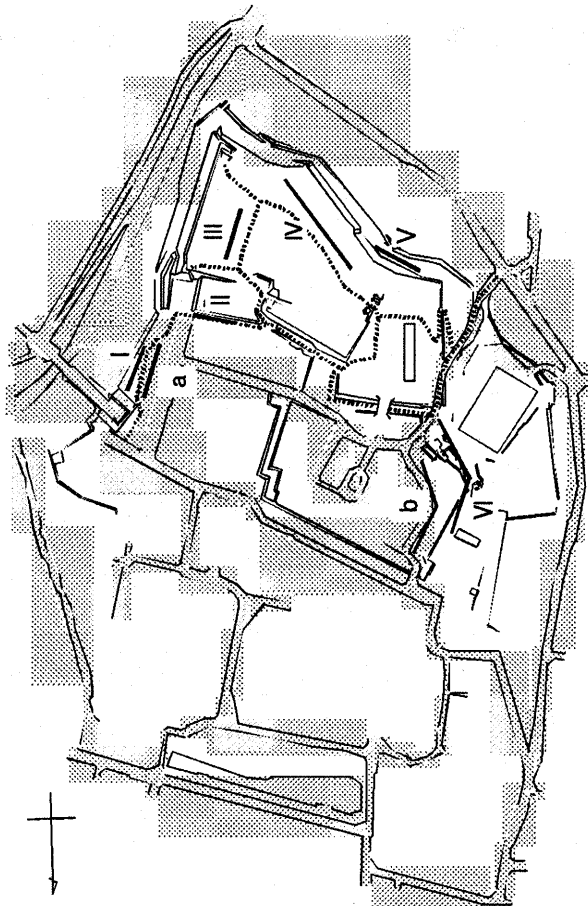


図1. 調査ルート。I-VIのルートは、1999年に設置した（既存ルート）。  
aとbは、2001年に設置した、花壇ルート。

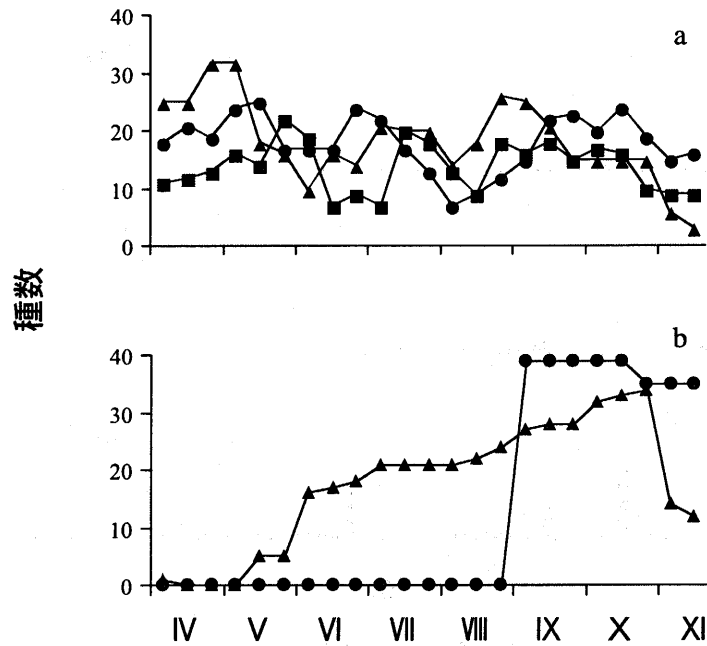


図2. 金沢城公園での開花植物種数の季節変化。開花植物の種数の季節的な変化を示した。aは既存ルート、bは花壇ルートの結果。a, bともに、■、2000年；●、2001年；▲、2002年。

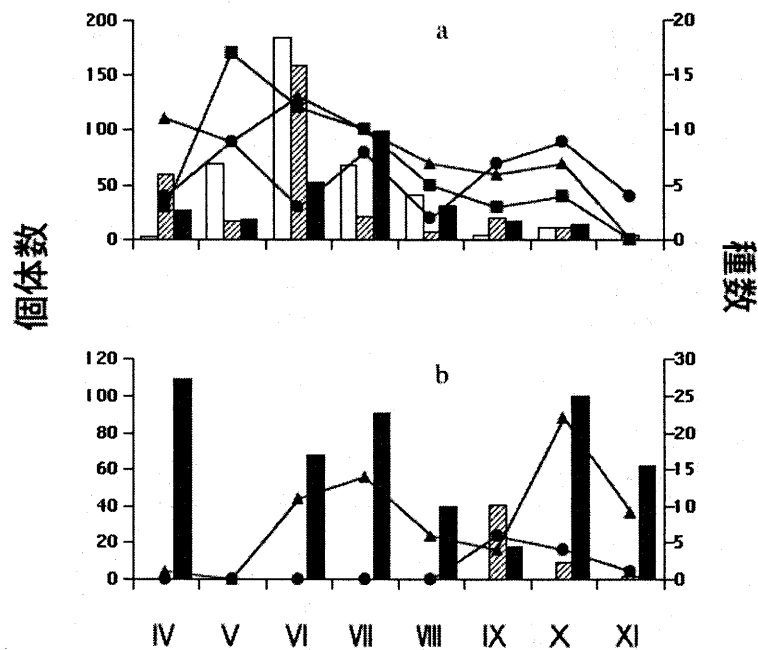


図3. 金沢城公園での訪花昆虫の種数と個体数の季節変化。訪花昆虫種数の季節的な変化を折れ線グラフで、個体数の季節的な変化を棒グラフで示した。aは既存ルート、bは花壇ルートの結果。a, bともに、種数：■、2000年；●、2001年；▲、2002年。また、個体数：白抜き、2000年；斜線、2001年；塗りつぶし、2002年。



図 4. 金沢城公園での訪花昆虫の個体数ランク関係の年次変化（2000 年～2002 年）。2000 年に個体数が多かった種から順に 3 年間で得られた訪花昆虫 98 種を横軸にならべ、個体数を縦軸で示した。全てのグラフで種の並び順は同じ。ヒストグラム（訪花昆虫）：白抜き、既存植物；塗りつぶし、園芸植物。

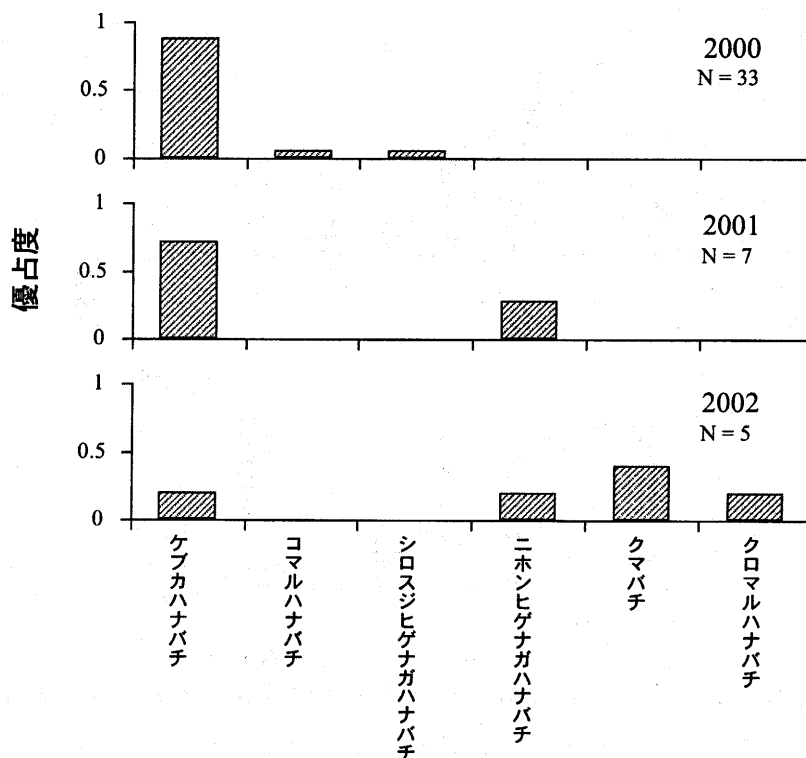


図 5. オドリコソウを訪花した昆虫相の年次変化。オドリコソウを訪花した昆虫 6 種を、2000 年に優占度の高かった種から順に横軸にならべた。優先度は、各年のオドリコソウへの全訪花個体数のうち、その種が占める割合。

表1. 金沢城公園で開花した各年の既存植物種数と植栽された園芸品種数。既存植物は、生活型によって、高木、低木、ツル性木本、草本に分け、それぞれで開花した種数を示した。植栽された園芸品種数は、金沢城公園全域の合計値。

	既存植物			園芸植物	
	高木	低木	ツル性木本	草本	
2000	4	3	0	65	
2001	4	4	0	76	731
2002	3	4	0	68	85

表2. 金沢城公園の既存植物と園芸植物で採集した各年の訪花昆虫。各年、既存植物を訪花した昆虫と園芸植物を訪花した昆虫の科、属、種、個体数をそれぞれ示した。ここに示した数値には、科や属レベルの同定しか終わっていない昆虫は含まれていない。

	既存植物	園芸植物
2000	14科 30属 39種 769個体	
2001	11科 24属 34種 346個体	5科 8属 8種 49個体
2002	16科 29属 36種 357個体	15科 29属 36種 470個体