卒業論文

シラサギ類の個体数変動と餌場利用

筑波大学　第2学群　生物学類

生物学・応用　環境生物学コース

820730　　820745

徳永　幸彦　　彦坂　和秀

1986年　3月

目　次

はじめに　1

1．コロニー，または塒の分布調査

1－1．調査目的　4

1－2．調査方法　4

1－3．調査結果　4

1－4．考察　5

2．マーキング

2－1．調査目的　6

2－2．調査方法

2－2－1．ペインティング　6

2－2－2．コロニー内における捕獲，および
マーキング　7

2－3．調査結果

2－3－1．ペインティング　8

2－3－2．コロニー内における捕獲，および
マーキング　8

2－4．考察　9

3．個体数調査

3－1．調査目的 12

3－2．調査方法

3－2－1．就塒・離塒の際の個体数調査 12

3－2－2．巣数，及び産卵数・孵化率の調査 12

3－2－3．コロニー内での死亡個体数調査 13

3－3．調査結果

3－3－1．就塒・離塒の際の個体数調査 14

3－3－2．巣数，及び産卵数・孵化率の調査 16

3－3－3．コロニー内での死亡個体数調査 16

3－4．考察 18

4．食性分析

4－1．調査目的 24

4－2．調査方法 24

4－3．調査結果

4－3－1．胃内容分析

4－3－1－A．種の特性 26

4－3－1－B．コロニー間の比較 28

4－3－2．ペレット分析 30

4－4．考察 31

5．餌場利用調査

5－1．調査目的 37

5－2．調査方法

5－2－1．繁殖直後の餌場利用 38

5－2－2．冬期の餌場利用 39

5－3．調査結果

5－3－1．繁殖直後の餌場利用 39

5－3－2．冬期の餌場利用 41

5－4．考察 43

6．総合考察 45

7．要約 49

謝辞 51

引用文献

図表

はじめに

動物が局地的に集合する機構については，ふるくから多くの研究者達が研究を重ねてきた。特に鳥類においては，繁殖期にコロニー（colony；巣の集まり）をつくったり，夜間，あるいは昼間だけ集団で塒（ねぐら；非繁殖期には巣がない）をつくったりするため，この種の研究の絶好の対象となってきた（Horn，1968；Zahavi，1971）。本研究で対象とするサギ科，*Ardeidae*，の鳥もその1つで，いわばコロニー制の鳥（黒田，1982）の代表として，コロニーを形成する生物学的意味づけを論じる材料として，よくとりあげられてきた（Siegfried，1971；Krebs，1974；Fasola and Barbier，1978；山岸他，1980；羽田・岩崎，1982）。コロニー制をとる要因としては，1）捕食に対する適応，と2）効率のよい採餌，の2つがよく唱えられている。

本研究は，茨城県筑波研究学園都市近辺に生息するシラサギ類について，主に上記の2）の要因に主眼をおいて，そのコロニーの分布のあり方について調査，考察したものである。本研究を進める上で，シラサギ類は以下のような利点を持っている。

1.）サギ科，*Ardeidae*，の鳥はすべて肉食性であり，採餌場所が季節によってかなり限定されたものとなる。
2.）その食性についてかなり詳しい調査が成されており（小杉，1960），また，雛への給餌物や吐出球（pellet）を容易にコロニー内で得られる。
3.）シラサギ類は，体が大きく，その体色が目立ち，昼行性でもあることから観察しやすい。
4.）3.）をふまえて，様々なマーキング法が可能と思われる。
5.）本調査地域に生息するシラサギ類は，すべて海抜30m以下の平坦な地形を行動圏（home range）としているため，個体の追跡が容易である。
6.）1984年の予備調査において，個体の大量捕獲が可能であることが明らかになった。

本調査地域には，以下の4種のシラサギ類が生息する。

1. *Egretta garzetta*, コサギ

2. *Egretta intermedia*, チュウサギ

3. *Egretta alba*, ダイサギ

4. *Bubulcus ibis*, アマサギ

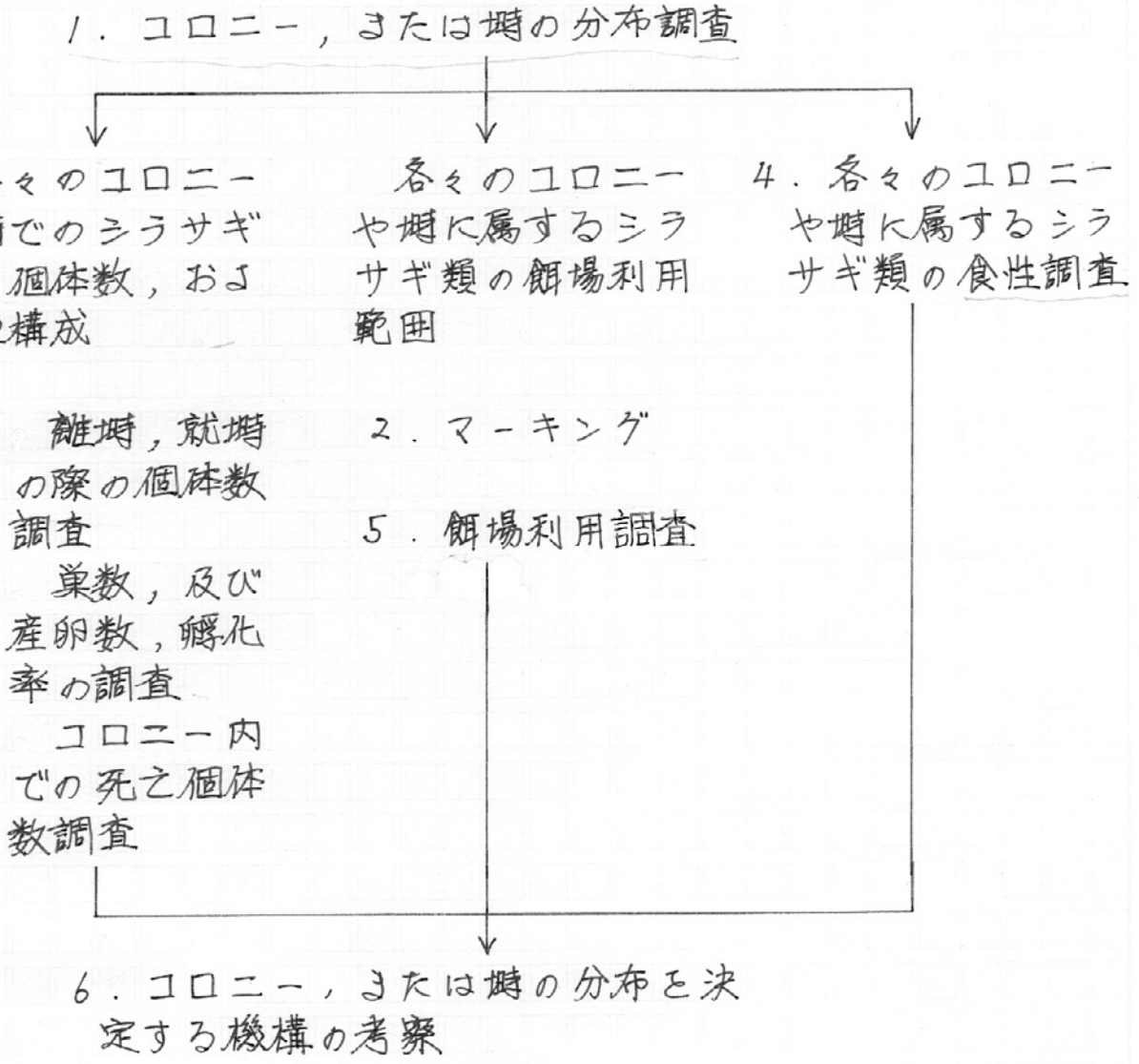
このうち，アマサギ，*Bubulcus ibis*，は，繁殖期には成鳥は頭から首にかけて亜麻色になる。この他に主に夜行性のサギ類のゴイサギ *Nycticorax nycticorax* も上記4種と同じコロニーや塒を使っているが，その行動が把握しにくいため，必要な時以外は調査対象からはずすことにした。また，より大型のアオサギ，*Ardea cinerea*，も稀に観察されたが，これも調査対象から除外した。

本調査地域に見られるサギ類は，渡ったり漂行したりすることが知られている。例えば，コサギ，*Egretta garzetta* は留鳥であると思われがちであるが，フィリピンに渡ることが知られており，国内でも茨城県で放した個体が静岡県で回収された例もある。ダイサギ，*Egretta alba*，チュウサギ，*Egretta intermedia*，アマサギ，*Bubulcus ibis*，についてもフィリピン方面への渡りや国内での漂行が報告されている。また，ゴイサギ，*N. nycticorax*，についてもアマサギ，*B. ibis*，の一部と共に中国大陸南部に渡ったり，冬期に国内を漂行したりする例が報告されている（吉井・叶内，1979）。特にアマサギ，*B. ibis*，の場合は本調査地域では夏だけに現われ，冬期は九州など南日本や千葉県で越冬した例もあるが，まず夏鳥と見てよいであろう。これらのサギ類の渡りの時期は種によって多少異なるが，一般的に4．5月頃に渡来し，9月下旬頃には渡ってしまう。これらのサギ類の採餌場所は，夏季は主に水田や用水，河川が中心であるが，種によって利用場所や採餌項目が異なっている（小杉，1960）。従って，サギ類の種の特性による個体数変動や餌場利用に注意しながら分析を進めなければいけない。

調査地域の全様をFig.1．に示す。茨城県南部の，北は下館市，東は土浦市，南は取手市，西は水海道市，下妻市にまたがる約1000 km^2 の地域を対象とし，その中には鬼怒川，小貝川，桜川の3本の大きな川と，それらの支流や用水がはしる水田，畑作地帯が広くひろがっている。ほぼ中央に筑波研究学園都市が位置し，北東には筑

波山，南東には霞ヶ浦があり，南限を利根川がしめくくっている。

この地域では，近年シラサギ類の個体数の増加傾向が見られている。この増加は，1970年の埼玉県の野田の鷺山の崩壊や，その後のサギ類の北上傾向がもたらしたものと考えられる（環境庁，1978；高野，1985）。本調査地域には，このようなシラサギ類がコロニーや塒を形成するのに手頃な場所，すなわち，"人が近づきにくい，または近づかない場所"で，しかも"餌場への分散が容易な場所"（羽田他，1983；小杉，1976；千羽・柳沢，1978）が充分にあると考えられる。それにもかかわらず毎年同じところに繁殖コロニーや塒ができたり，毎年使われていた場所が突然使われなくなるのは何故なのであろうか。本研究では以下のような手順に従って，この問題について考えていくことにした。



上図中の各々の番号は，本論文の小単元を表わしている。

1．コロニー，または塒の分布調査

1-1．調査目的

1984年9月までに，筆者らは本調査地域内に4つのコロニーを発見した（Fig.1．のB（KUROGO），F（OHO），L（OHSAKI），P（KIJYO））。これらは小貝川に沿ってほぼ等間隔に分布しており，コロニーや塒の餌場利用範囲がその中心から円状にひろがっているという従来の単純な解釈を支持するものであった。しかし，この時の調査ルートは小貝川に沿っただけのもので，近辺には小貝川の他に似た様な条件を持つ川が何本も存在する。そこで，まず調査地域内のすべてのコロニーや塒の分布を調べ，以後の各調査項目を論じる際の基礎データとした。

1-2．調査方法

調査は1984年9月の予備調査の後，本研究を終了する1985年12月まで行われた。調査地域内をバイク，または車で隈無くまわり，夕方のシラサギ類の就塒方向からコロニーや塒の位置をつかんだ。また，文献や聞き込み調査も行なって，各々の位置，歴史についても調査した。

1-3．調査結果

延べ16のコロニー，または塒が発見された（Fig.1．の④～Ⓟ）。各々の名称，歴史，簡単な植生，およびコロニーか塒かの類別をTable 1．に示した。塒について，従来は冬塒（非繁殖時の夜の集合場所）と夏塒（繁殖時の夜の集合場所で，巣が営まれていないもの）とに類別されている（小島他，1982）。しかし，本調査では夏塒は発見されず，そのかわりに冬塒がその形成時期によって2種類に類別されるため，便宜的に秋塒（Fall Roost；8月－10月）と冬塒（Winter Roost；10月－3月）とした。植生とは，ここではシラサギ類が営巣や塒のためにつかっているものを対象とした。KASUMI（I），KASUMI-2（H），USHIKU（O）では，水上につきでた杭の上に就塒していた。

各コロニーや塒の歴史は，地元の人からの情報や文献（小杉，1976），および役場の記録によって調べた。その結果，SONZO（A），KUROGO（B），NISHIGOYA（E），OHO（F），NAMIKI（G），AKATSUKA（K），OHSAKI（L），KIJYO

（P）についてTable 1. に示すような情報が得られた。文献によれば，KIJYO（P）は1972年まで現在の位置にコロニー，および塒があったが，1973年以降，一時3kmくらい南の利根川沿いに移動した後，再び現在地に戻って来た。また，役場の記録からSONZO（A）は1982年までは3Kmくらい南西にあったことがわかっている。

1-4. 考察

各コロニー，または塒の分布は，繁殖期，非繁殖期別に見ても，決して等間隔に存在するものではなかった。1984年に見られた分布様式はその後の調査でSANUMA（C）がみつかったために，等間隔ということができなくなった。すべてについて見い出せる共通項は水域に近いことであろう。ただし，NAMIKI（G），およびAKATSUKA（K）は比較的水域から離れていた。また，水域内に形成されたSAKURA（D），KASUMI-2（H），KASUMI（I），SHIMAZU（M），USHIKU（O）の4つのうち，SAKURA（D）を除くろっはすべて冬塒で，しかも杭の上という繁殖不可能な場所であった。これは，冬場の限定された餌場利用を反映した，いわば採餌目的だけのものであると考えられる。

コロニーが継続して塒になったものは，SANUMA（C），KIJYO（P），それに1984年だけであるがOHSAKI（L）があるが，いずれも大きな川，池の側に位置するものであった。これは年間を通じての餌場条件を反映していると考えられる。一方，SAKURA（D），SHIMAZU（M）の様に，コロニーから塒への移行期にだけ現われたものもある。

また，歴史についてみると，同じ繁殖集団がほんの3kmくらい移動している例がある（KUROGO（B），KIJYO（P））。同様のことがコロニーから塒への移行についても言えて，例えば，1985年では，KUROGO（B）の消失に伴ってSONZO（A）が，同じくOHSAKI（L）の消失に少し先立ってMITSUMA（J）が，そしてSEIMEI（N）の消失に伴ってSHIMAZU（M）などが形成されている。いずれも極めて近距離の移動であり，これによって餌場条件が大きく変わるとはとても思えない。これらの疑問については，以後の3．個体数調査，5．餌場利用調査においてより深い考察をする事にする。

2．マーキング

2－1．調査目的

本研究では調査地域内で複数個のコロニーや塒を発見し，対象を1つのコロニーや塒に限定せず，複数個についていくつかの調査項目を同時進行させた。特に5．餌場利用調査においては，各々のコロニーや塒に属するシラサギ類を区別できるならば，より価値のあるデータ集収が可能であると考えられた。

鳥類の個体識別はふるくからカラー・リングやウィング・タッグ，あるいは塗料による染色などによるものが知られている（伊藤・村井，1978；Day et al.，1980）。サギ類の識別を行なった研究例は，ふるくは Siegfried（1971）の Cattle Egret，*Ardeola ibis*，に夜，塒にいる間にインクを浴びせてマーキングしたものがある他，ラジオ・テレメトリーによる個体識別の例が2例ある（Van Vessem et al.，1984；Draulans and Van Vessem，1985）。

本研究で必要な識別は，個体識別ではなく，コロニー間，あるいは塒間でのシラサギ類の識別である。そこで，下の2つの方法によるマーキングを試みた。

1．ペインティング
2．コロニー内における捕獲，およびマーキング

2－2．調査方法

2－2－1．ペインティング

基本的には Siegfried（1971）が行なった方法と同じである。1985年の2月から5月にかけて，冬塒からコロニーへ移行中の OHSAKI（L）において行った。使用したペンキは家庭用の油性のペンキで，色はコロニーごとに変える予定で，OHSAKI（L）には緑色を用いた。方法は以下の2つを採用した。

a．卵爆弾法

鶏卵の中身を抜き，その殻の中にペンキを入れ，夜，塒入りしているサギ類めがけて投げつけた。OHSAKI（L）は小貝川の土手から見おろせる位置にあり，投卵距離も20～30mと手頃であった。合計8日（2/4，2/13，3/2，3/10，

3/15，4/1，4/2，4/13）で約100個の卵を投げつけた。

b．スプリンクラー法

コロニー内に昼間のうちに入り込み，細い透明ビニルホース（25m×7本）をはりめぐらし，ノズル型に変形させた先端をコロニー内の竹や木に固定し，塒入りしているサギ類の上にペンキがふりかかる様にした。コロニーの外に出してある各ホースのもう一方の先端から，市販の園芸用噴霧器や手製のポンプを用いて，夜間にペンキを送り込んだ。合計9日（3/3，3/5，3/8，3/10，4/9，4/21，4/22，4/23，5/10）で約20ℓのペンキを浴びせかけた。

2－2－2．コロニー内における捕獲，およびマーキング

サギ類のコロニー下での落鳥はよく知られている（小杉，1976；渡辺，1978；埼玉県，1979）。しかしそれらは往々にして衰弱個体とか，いずれ死んでしまう個体であると考えられてきた。筆者らは1984年に当時繁殖中のOHO（F）で，昼間コロニーの林床にて捕獲したシラサギ類を近くの開けた芝畑で放すと正常に飛びあがることを確認した。また，何回かコロニー下で捕獲した個体のいずれも重複したものがなかった。つまり同一個体が決まって落鳥となることは稀であることがわかった。これらの経験に基づき，1985年の5月から9月にかけて，計6つのコロニーにおいて昼間コロニー内に入り込み，下を駆けずりまわっている個体を捕獲し，マーキングをした。マーキングには以下の3つの方法を用いた。

a．首輪によるマーキング

ビニルテープで作った手製の首輪を，各々のコロニーで色を変えて使用した。

b．足輪によるマーキング

製本用のプラスチックリング（日本G・B・C社 W/B #1－11m/m）を加工して作った手製のプラスチックリングを用いた。色はシラサギ類の脚が黒いことを考慮して白色とし，パターンを変えて各コロニーへの所属がわかるようにした。

c．ペンキによるマーキング

首輪や足輪は手製のため，一日の捕獲で使い切ってしまう場合が1，2度あった。その時は，各々のコロニーの色で捕獲個体を染色した。上記2－2－1．ペインティングでは染まらないと思われる翼の下や大腿部を染め，捕獲によって染められたことがわかる様にした。

コロニー内の落鳥のうち，再び飛べそうな成鳥については，シラサギ類だけでなくゴイサギ，N. nycticorax，についても捕獲，マーキングをした。雛については，足輪をつけることが可能な大きさに育ったものについてのみマーキングをした。捕獲個体の種名，および齢については記録したが，体の各部の測定や個体識別は一切行なわなかった。齢の判定は2－2．コロニー内での死亡個体数調査の方法に従った。

2－3．調査結果

2－3－1．ペインティング

ペインティングによるマーキングが確認された個体は15羽で，そのうち複数回観察された個体は4羽であった（Table 2－1．）。ゴイサギ，N. nycticorax，については，使用したペンキが緑色で着色の判別が困難であったため，対象からはずした。15羽のうち11羽は，たった1回観察されただけでOHSAKI（L）から姿を消した。重複して観察された4羽のうち3羽は約10日間OHSAKI（L）に留っていたが，No．2の個体だけは，約2ヶ月間着色されたまま行動していた。ただし，この個体はその間大崎コロニーだけでなく，3kmほど北西に位置する冬塒であるMITSUMA（J）でも観察された（Table2－2．）。すべての着色個体は5月17日にはOHSAKI（L）から姿を消し，その後12日にすべての調査を終了するまで再び発見されることはなかった。

2－3－2．コロニー内における捕獲，およびマーキング

6つのコロニー内で，期間中に合計170羽を捕獲，マーキングした（Table2－3．）。捕獲数はSANUMA（G）で最も多く，全体の80％を占めた。最も多く捕獲された種はアマサギ，B. ibis，で，全体の約38％（65羽）を占め，次いでチュウサギ，E. intermedia，の45羽，コサギ，E. garzetta，の30羽であった。捕獲個体のうち，

後に死亡が確認されたのは全体の約7%（12羽）で，すべて捕獲されたコロニー内で死体となっていた。再捕獲されたのは3羽で，そのうち2羽は最初に捕獲されたコロニー内で再び捕獲されたが，残りの1羽は，最初に捕獲されたSANUMA（C）から約10km離れたKUROGO（B）で捕獲された。

その後の一連の調査期間中（1985年12月まで）に，調査地域内で再発見された個体は3羽であった。1羽はSANUMA（C）で捕獲したチュウサギ，*E. intermedia*，で，9月にKUROGO（B）の近くで，まだ黒いビニルテープの首輪をつけたまま採餌していた。1羽はSANUMA（C）で捕獲したコサギ，*E. garzetta*，で，12月にSANUMA（C）から5km離れた川の中で発見された。首輪はなく，足輪によって識別された。もう1羽はKUROGO（B）で捕獲したもので，KUROGO（B）から2km離れた田で8月に発見された。これも足輪だけであった。ペンキで染めた個体は，2-2-1．ペインティングと同様に，すべて再確認されることはなかった。

2-4．考察

複数個のコロニー，または塒間でのシラサギ類の行動を観察する上で，個体識別は重要な武器となる。しかし，多くの研究ではその様な個体識別はあまり行なわれていない。一番大々的に行なったSiegfried（1971）でさえ量的なデータがとれなかったと述べ，その理由として，1度にコロニー内の個体をすべてマーキングすることが不可能であることを挙げている。ラジオ・テレメトリーを使った個体識別では捕獲，マーキング個体の数もすくなく，コロニー，あるいは塒間の比較等に関しては調べられていない（Van Vessem et al.，1984；Draulans and Van Vessem, 1985）。

本研究では観察個体がどのコロニー，あるいは塒に属しているのかがわかればよく，個体識別は必ずしも必要ではなかった。ペインティングによるマーキングは，1）捕獲を前提としない，2）シラサギ類は塗り分ける色がかなり自由に選べる，3）着色されるパターンが偶然によって左右されるため，うまくいけば個体識別が可能である，などの点で有効であると思われた。しかし，結果はすべての着色個体が調査地域内から消えてしまった。使用した家庭用のペンキは約1ヶ月経っても色落ちしないことがNo.2個体の観察から明らかであり，また，時期的に換羽は考えられず，加えて着色個体の死体が発見されなかったことから，着色個体は何らかの理由で調

査地域外に出てしまったものと考えられる。しかし，着色個体の中には巣作りをはじめた成鳥もいた。Siegfried（1971）は，着色は個体間の関係に何ら影響を与えなかったと述べているが，ウィング・タッグでは繁殖に影響を及ぼすという報告もあり（Southern and Southern，1985），本調査においては，着色は個体間の関係に何らかの影響を及ぼしたと考えられる。また，労力の点から言っても，ペインティングによる識別は決して効率のよい方法とは言えず，今後の採用には問題が残る。

捕獲，およびマーキングによる識別方法では合計170羽にマーキングし，そのうち死亡が確認された個体を除くと，158羽がマーキングされたことになる。そのうち143羽が成鳥で，この値は従来の捕獲数に比べ桁はずれのものである。問題は，コロニー内の落鳥がはたして正常個体か否かという点である。多くの場合，コロニー内の落鳥は衰弱したもの，あるいは病気や外傷があって必ず死をむかえるものと考えられ勝ちである。しかし，これらの個体のうち，特に成鳥や若鳥は別にこれと言った外傷を持たない場合が多い。1970年代の自然保護ブーム等も手伝って，農薬と落鳥との因果関係が叫ばれた事もあったが（埼玉県，1979），本調査の観察からは，これらの個体は，調査者の不意の侵入やその他の刺激によって，飛び立つ際に竹や灌木などに物理的に阻まれ，うまく飛び上がることができなかったものが多いと考えられる。このことは，後に触れる死亡個体においても竹の割れ目や枝の間にはさまれて死んでいる個体が多く観察されたことからも支持される。捕獲，マーキングした後にコロニー内で死体が発見されたのは約7%（12羽）で，コロニー外での死亡があったにしても，捕獲されたもののうちのほとんどが正常な生活に復帰したものと考えられる。

それにしても，マーキング個体が再確認された例はあまりにも少なかった。これは，1）いくら100羽以上捕獲，マーキングしても，その母体となる調査地域内のサギ類の数が約6000羽で，その10%にも満たなかったこと，2）マーキング法の1つである首輪は野外において最も目立つものであるが，多くの場合それらの首輪はサギ自身によって外され，コロニー内や野外　落ちていたこと，3）もう1つのマーキング法である足輪は，サギが足を水中に入れている時や，木の梢に止まっている時などは観察不可能であったこと，などによるものである。

以上のような理由から，マーキングは本研究の主題である5．餌

場利用調査に活用できるものとは成り得なかった。しかし，コロニー内での捕獲，マーキングは，今後更に改良を加えれば充分に有効な研究手段となりうることが期待される。

3．個体数調査

3－1．調査目的

本調査全体に共通の基礎データとして、調査地域におけるシラサギ類の個体数を把握しておく必要がある。サギ類の様にコロニー性の鳥類の個体数を調査する方法はいくつか知られているが、本調査においては、以下の3つの方法を採用した。

1．就塒，離塒の際の個体数調査

2．巣数，及び産卵数・孵化率の調査

3．コロニー内での死亡個体数調査

また、上記の3つに加えて，2．マーキングの際の捕獲個体数のデータも触れて考察する．

3－2．調査方法

3－2－1．就塒・離塒の際の個体数調査

個体数調査は1984年5月～1986年1月の間の計135日に亘って行なった。その他に、コロニーや冬塒の存在確認だけの調査も行なった。シラサギ類は繁殖期（4～9月）には夜だけでなく昼間もコロニー内に居残る個体が相当いるが、非繁殖期（10～3月）には昼間塒内にとどまる個体はまったくいなくなる。そのため、この調査方法は個体数を正確につかめる非繁殖期に限って採用した。

就塒については、シラサギ類が餌場から帰って来る前に各々の塒へ行き、暗くなって上空を飛んでくるシルエットさえも見えなくなるまで、就塒する個体数を数えた。調査初期には調査者の力量不足のために飛行個体を種別に区別することができなかったが、後半には、できるかぎり種別に数えるようにした。離塒についても同様に、シラサギ類が餌場へ分散する前に現地へ行き、塒を飛び立つ個体を数えた。どちらの調査も主に晴れの日を選んで行った。また、本論文では触れないが、各々の個体の飛行方向を8方位に分けて記録した。更にゴイサギ，*N. nycticorax* についても可能な限り記録した。

3－2－2．巣数，及び産卵数・孵化率の調査

本調査地域では、シラサギ類は4月に飛来しコロニーを形成する。しかし、飛来時期が各コロニー間で若干差があり、加えて、繁殖期間中の巣の数が一定であるとは思われないので、調査を何時行うかが大きな問題となる。例えば、調査したコロニーの1つであるOH-

SAKI（L）では1985年5月17日には100個位であったものが、6月5日には161個に増えている。また，調査のためにコロニー内に踏み入ると、親鳥のほとんどは巣から離れてしまい、その巣がはたして現在使用されているものか否か、更には何サギの巣かという判別が不可能となってしまう。特に後者は対照としているコロニーのほとんどがゴイサギ，N. nycticoraxを含む5種の混合コロニーのため、もう1つの重大な問題となる。

上記のことを考慮した上で、繁殖期の個体数をおさえる大雑把な指標として巣の数の調査を行った。調査は1985年5月～7月にかけて、全コロニー8つのうちの6つについて行なった。巣が何サギのものかという区別は一斉行なわなかった。調査はすべて筆者2名で行なったため、コロニー間で巣を数える時期に多少のずれが生じた。

補足的な調査として、KUROGO（B），AKATSUKA（K），SANUMA（C）のコロニーにおいて、できるだけ無策為に巣を選び出し、マークし、これらの巣について数回の追跡調査を行ない、産卵数・雛数・巣立ち雛数を調べた。

3－2－3 コロニー内での死亡個体数調査

サギ類では繁殖期に雛だけでなく成鳥や若鳥もコロニー内で死んでいることがよく知られている（渡辺，1978）。このなかには寄生虫や病気のために衰弱して死んだものの他に、2．マーキングで触れた様に、単なる事故死によるものもかなりある。

本調査は1985年5月～9月にかけて、当時発見されていた5つのコロニー内で死亡したシラサギ類、及びゴイサギ，N. nycticoraxについて調査し、各死亡個体を種別，年齢別に区別した。但し、シラサギ類の雛は種の同定が困難であるため、不明の場合は一括してW.E（White Egret）として取り扱った。風化が進んで羽根だけしか残っていない様な場合も、同様の扱いをした。また、年齢については、シラサギ類については大きく以下の4つに類別した。

J；juvenile　fledgelingに達していないもの

F；fledgeling　羽根がすっかり生えそろい、短かい飛翔の出来るもの，当年児。

Ad；adult　生まれてから1年以上たっているもの。

ゴイサギ，*N. nycticorax* については、その羽根の色のパターンからAdを更に2つに類別した。

Y；young　　前年より以前に生まれ、まだ羽毛から星模様が消えてないもの。

Ad；adult　　星模様がすっかり消えたもの。おそらく生まれてから3年以上たったものと考えられる。

各調査日に発見した死亡個体数は、後日の調査で重複しないように、コロニー内から取り除くか、あるいは、ビニールテープなどで調査済のマークをした。

3－3 調査結果

3－3－1 就塒・離塒の際の個体数調査

1984年5月13日 OHSAKI(L)の発見から、1986年1月16日 KIJYO(P)の存在確認までの間に合計16か所のコロニーヌは塒を発見し、それぞれに属する個体数を先に述べた方法でカウントするか、あるいは、その存在を確認した。(Table 3-1.)

発見した各コロニーヌは塒は、主に南北に長い調査地域内に広がって分布している。Fig. 3-1.には、各コロニーヌは塒の季節的な消長を南北の距離に比例した間隔で並べて表示した。Fig. 3-1. に示されたコロニーヌは塒の中間付近(KASUMI(I)～SEIMEI(N))の混み合いは、調査地域図(Fig. 1.)を見て分るように、霞ヶ浦周辺のコロニーヌは塒を、それより西側のものと重ねて表示したために起こっている。同じデータを近接したグループ毎に表示したものが、Fig. 3-2 (a)～(d). である。

Fig. 3-2 (a)は、調査地域北部の SANUMA(C), KUROGO(B) の2つのコロニーと、それらの周辺の冬塒の関係を示す。1985年には2つのコロニーでほとんど同時期に個体数の増化が起こり、繁殖終了後 KUROGO(B)では急激に個体数が減少し消失した。一方、砂沼では個体数の減少が一ヶ月遅れて9月に起こり、それと同時に9月から10月にかけて SAKURA(D), SONZO(A)に冬塒が出現した。しかし、SAKURA(D)は11月には消失した。この SAKURA(D)は、1984年の調査においても KUROGO(B)の消失とともに発見され、その後しばらくして消失した。

Fig. 3-2(b). は、調査地域中央部西に存在するごく近接した(5 km) OHSAKI(L), MITSUMA(J) の個体数の変化を示す。1984年11月から双方とも少ない個体数で安定していたが、1985年5月には MITSUMA(J)が消失し、OHSAKI(L)で繁殖行動が始まった。そして、大崎での繁殖終了後の個体数減少の起こる頃(7～8月)に再び MITSUMA(J)に塒が出現した。9月13日には MITSUMA(J)で1192もの個体がカウントされ、その後再び減少し12月には200個体程度となった。

Fig. 3-2(c). は調査地域南部の KIJYO(P)コロニーと冬塒の USHIKU(O)が示されている。この組み合わせも Fig. 3-2(a)の北部の組み合せと似た関係になっている。

Fig. 3-2(d). は、霞ヶ浦周辺の繁殖コロニーの SEIMEI(N), AKATSUKA(K), NAMIKI(G), そして、霞ヶ浦の塒の KASUMI(I), KASUMI-2(H), SHIMAZU(M) の変動を示す。3つの塒は、秋のコロニーの消失とともに現われ、その点で Fig. 3-2(a)～(c) と同じ関係がみられた。

就塒カウントの際に飛来するシラサギの種は必ずしも判別できなかった。又、ゴイサギは日暮れ頃からかなり暗くなるまで塒から餌場へ飛び立つので、カウントが大変困難であった。しかし、種別にカウントできた日もあったので、その結果を Table 3-2. に示す。この表から、シラサギ類の個体数の最も増加する8月から9月にかけて、ゴイサギ, N. nycticorax の個体数は逆に減少し、そして、10月, 11月になってシラサギ類の個体数が減少する頃には、ゴイサギ, N. nycticorax はほとんど存在しなくなることが分る。

さて、この章の"就塒・離塒の際の個体数調査"では、この地域に生息する総個体数をカウントのデータから導くことが大切である。Table 3-1., Fig. 3-1. を見て分るように、コロニーヌは塒によってはカウントをしてない月や、発見直後からカウントを開始していない月もある。そのような期間には、直線補間によって個体数を推定し、各コロニーの毎月の個体数の平均の和から、1985年5月からのこの地域の総個体数を月毎に推定した(Table. 3-3.)。ここで、発見の遅れたコロニーについては、1985年の OHSAKI(L) の月毎のカウントデータを基本にし、同じ比率で繁殖スタートと考えられる5月の個体数を推定し、以後カウントを開始した月まで直線補間することによって各月の個体数を推定した。Table 3-4. には、5. 餌場利用調査のために1985年8月から12月のコロニー別の個体数を示した。1985年4月以前にもカウントは成されたが、1986年の繁殖終了後に初めて発見された冬塒があり、これらの塒はその前年も冬塒として

存在した可能性もある。従ってここでは全てのコロニーの時の個体数の得られている、1985年5月以降の総個体数のみを示した。この結果から、冬期では12月頃から5月頃まではおよそ1000個体で安定していることが分る。Fig. 3-1.からも冬期が安定しているのはおよそ11月から翌年の4月までであり、それ以外の期間は繁殖、渡り、漂行、死亡等の影響で変動していると思われる。

3-3-2. 巣数、及び産卵数・孵化率の調査

7つの繁殖コロニーにおける巣の数をTable 3-5.に示す。補足的に行なった、KUROGO(B), AKATSUKA(K), SANUMA(C)での卵・雛・巣立ち雛の追跡調査では、雛が成長に伴って巣を出歩き、まわりの雛と混じりあったために雛数の確認は困難であった。又、巣立ちによる雛数の変化と死亡によるものと区別が困難なため、正確な巣立ち雛数は分らなかった。KUROGO(B)とAKATSUKA(K)で4回の追跡調査がなされた巣については、KUROGO(B)では産卵数3.7 (SD=1.47, N=24)、雛数2.0 (SD=1.62, N=24)であり、AKATSUKA(K)では、産卵数3.5 (SD=1.73, N=15)、雛数2.2 (SD=1.42, N=15)であった。上の計算における産卵数は、卵の数と雛の数の和の最も大きい日の値を用い、又、雛数は孵化直後でまだ歩きまわらず木から落ちない時期の値を用いた。

3-3-3. コロニー内での死亡個体数調査

調査期間中の計132日間に、KUROGO(B), SANUMA(C), NISHIGOYA(E), AKATSUKA(K), OHSAKI(L)の5つのコロニー内で、合計726個体のサギ類の死体を発見した。その内訳をTable 3-6.に示す。5ヵ所のコロニーのうち、KUROGO(B)とOHSAKI(L)では、各々7月1日と6月26日に大雨のために地上2m付近まで水没したため、下に落ちていた死体等が川に流され、実際の死体数よりも若干少ないの値であると考えられる。また、NISHIGOYA(E)では7月1日の台風のため、ほとんどの巣から雛が落ち、これを境にこのコロニーは事実上崩壊した。

総死亡個体数ではSANUMA(C)が全体の63%(455個体)を占め、次いでAKATSUKA(K), KUROGO(B)の順に多かった。コロニー毎の種別、齢別の死亡個体の割合をFig. 3-3., Fig. 3-4.に示した。まず、種別の割合をみると大崎を除く4つのコロニーでゴイサギ, N. nycticoraxが死亡個体数のトップを占めていた。また、ゴイサギ, N. nycticoraxの

死体はアマサギ, Bubulcus ibis と並んですべてのコロニーで発見された。コサギ, Egretta garzetta の死体は NISHIGOYA(E) を除く4つのコロニーでみられ、いずれも全体の約16%を占め、ゴイサギ, N. nycticorax, あるいはゴイサギ, N. nycticorax とアマサギ, B. ibis に次いで死亡個体数が多かった。一方、ダイサギ, Egretta alba は SANUMA(C) でのみ, チュウサギ, Egretta intermedia は SANUMA(C), AKATSUKA(K), OHSAKI(L) でのみ死体が発見された。全体では、落鳥の半分以上がゴイサギ, N. nycticorax であった。

各コロニーでの齢別の死亡個体の割合を見てみると、OHSAKI(L) を除く4つのコロニーで J(juvenile) が最も多かった。次いで多かったのは、AKATSUKA を除く4つのコロニーで、Y(young) と Ad(adult) であった。全体的にみると、落鳥の約半分は J で、次いで Y と Ad が約30%くらいを占めた。

各々の種の齢別死亡個体の割合を Fig. 3-5. に示す。コサギ, E. garzetta, チュウサギ, E. intermedia, ゴイサギ, N. nycticorax では J の割合が最も高かった。コサギ E. garzetta, チュウサギ E. intermedia では次いで Y & Ad が多かったが、ゴイサギ N. nycticorax では F (fledgeling) が多かった。アマサギは、上記3種とはまったく異なる割合を示し、特に Y & Ad が死亡個体の90%近くを占めていた。

各コロニーにおける累積死亡個体数の時間的変化を Fig. 3-6.~3-10. に示す。繁殖初期から後期までの期間を完全にカバーしているのは SANUMA(C) のデータのみであるが、全体的にみて6月の初旬に死亡個体が激増する傾向がみられた。まず、SANUMA(C) についてみると (Fig. 3-8.)、ゴイサギ, N. nycticorax はシラサギ類よりやや遅れて死亡個体数の激増が起こった。しかし、この激増はただ一度であった。一方、シラサギ類では6月初旬の激増の後、もう一度7月の下旬に小さいながらも死亡個体数の増加が起こった。これを齢別の死亡個体数でみると、Y & Ad は6月上旬の激増しかないが、J & F は7月の終わりにもう一度増加をみている。よって7月終わりの死亡個体数の増加はシラサギ類の J や F の死亡の増加によるものと考えられる。同じような現象が KUROGO(B) でも見られるが (Fig. 3-7.)、何分 KUROGO(B) は大雨による死体の流失があるため、はたして本当に同じ現象が起こっているかどうかは定かではない。同様に OHSAKI(L) (Fig. 3-9.) でも大雨の影響で特異な結果になっている可能性がある。NISHIGOYA(E) (Fig. 3-6.) は7月1日の台風の後、事実上コロニーは消滅してしまっていること、加えて、コロニーが人家の裏

庭にあったために、人が入って死体（あるいは、まだ生きている個体）をコロニーから取り除いていた形跡があったため、本来の姿を反映しているとは思われない。AKATSUKA(K)（Fig. 3-10.）については，6月初旬の死亡個体数の激増は他のコロニーと共通していたが、シラサギ類のJ&Fの7月終わりの急増は見られなかった。

3-4 考察

調査地域のシラサギ類の個体数を把握するために、各コロニー又は時毎のカウントを行なうことによって、この地域でのシラサギ類のおよその個体数が明らかになった。これらの結果は後の5.餌場調査の解析に重要な意味をもっている。

早朝の離塒や、夕方の就塒行動を利用したカウントはサギ類の個体数調査に用いられている（羽田・岩崎，1982；羽田他，1983）。本調査においても、繁殖期を除いてはかなり正確にカウントできたと考えられるが，繁殖期のデータについては若干の問題が残る。繁殖期はAdが昼間コロニーの中に留ったり、あるいは巣材や雛に与える餌を運ぶために頻繁にコロニーに出入りするために、個体数の正確な把握が非常に困難である。又、コロニー内にいるAdの姿は、多くの場合外からは見えないためにそのカウントは困難である。繁殖状況や、コロニーのある林の形状によってはカウントの出来た時もあったが、上のような理由から繁殖期のカウントはいくらか少なめのカウントと考えられる。5.餌場調査は1985年8月から12月にかけて行なわれており，その期間の一部は繁殖期の不十分なカウントの時期と重なっている。そこで、以下に繁殖期の個体数について、別の方法による個体数推定を試み、カウントによる個体数と比べることにする。

繁殖コロニーには、多くの巣が存在するが、これらの巣の数を繁殖個体数の推定に用いる試みが成されている（羽田他，1983）。則ち、巣数の2倍からおよそのつがい数を決める方法である。この方法によれば、本研究ではSEIMEI(N)コロニーを除いて7つのコロニーで巣数(N_i, $i=1,2,3 \cdots 7$)が調査されているので、本調査地域での総つがい数(P)は

$$P = \sum^{i}(2N_i) \quad 又は \quad P = 2\sum^{i} N_i$$

によって与えられるだろう。ただし、一度使われた巣はそのまま残っており、しかも、他の個体が用いないとする。繁殖後の雛の個体数

(J)は1巣当りの産卵数(E)とふ化率(h)によって求まる。

$$J = \sum^{i} N_i \cdot E \cdot h$$

ふ化した雛は死なず、親も繁殖中死なないとすると、繁殖直後の総個体数(T)は、

$$T = P + J$$

となる。則ち

$$T = \sum^{i} (2N_i + N_i E h)$$
$$= \sum N_i (2 + Eh) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここで、Eの値(産卵数)は多くの文献から得ることができる。例えば、アオサギ, *Ardea cinerea* (3.8; 倉田, 1972, 3.64; N.G. Mckilligan, 1985), ダイサギ, *E. alba* (2-4; 環境庁, 1978), チュウダイサギ, *E. intermedia* (3-5; 環境庁 1978), コサギ, *E. garzetta* (3-5; 環境庁, 1978, 3.38; 羽田 他, 1983), ゴイサギ, *N. nycticorax* (3-4; 柳沢・千葉, 1978, 3-6; 環境庁, 1978, 4.5; 羽田 他, 1983), 種不明(3-5; 小杉 他, 1976, 2-6; 鈴木, 1984)等の報告がある。しかし、ふ化率については報告がない。一方、ふ化した雛の数(E·h)の値が羽田他(1983)で得られているが、それによると

$$Eh = 2.8 \quad (\text{コサギ}, E. garzetta)$$
$$Eh = 2.7 \quad (\text{ゴイサギ}, N. nycticorax)$$

と、2種でほとんど同じである。そこで、サギ類の混合コロニーにおける平均的な一巣当りのふ化数を"2.8"と仮定すると、調査地域内の総個体数は、

$$T = \sum^{i} N_i (2 + 2.8)$$
$$= 4.8 \sum^{i} N_i$$

となる。本研究では1985年のSEIMEI(N)の巣数を調査しなかったが、コロニーの規模、形状等がOHSAKI(L)やAKATSUKA(K)と同じ程度だったので、SEIMEI(N)の巣数を"200"とすると調査地域内の総巣数は

$$\sum^{i} N_i \fallingdotseq 3585$$

となり、これらの数値から期待されるおよその繁殖直後個体数は、

$$T = 4.8 \times 3585$$
$$\fallingdotseq 17200$$

となる。この数はカウントによる繁殖後の総個体数（9月）の3倍にもなる。この食い違いの原因は、色々考えられるが、先ず、E·hの値について考えてみたい。本調査地域での平均の一巣当りふ化数(E·h)の値について考えてみたい。E·hの値は、2つのコロニーで測定されており、KUROGO（B）（E·h=2.0）とAKATSUKA（K）（E·h=2.2）と、先の計算で用いた値に比べ大変低い値であった。（付け加えると、一巣当りの卵数はKUROGO（B）で3.7，AKATSUKA（K）で3.5であった。）（1）式でE·h="2.1"とすると、総個体数は、

$$T = 4.1 \sum_{i}^{i} N_i$$

となる。又、巣数（N_i）に関してNISHIGOYA（E）は繁殖途中で崩壊したので巣数を"0"とみなすと

$$T = 4.1 \times (3585 - 20)$$
$$\fallingdotseq 14600$$

となるが、まだカウントのデータと大きくかけはなれている。

さて、上に求めた総個体数は、巣の種別の区別をしなかったためにゴイサギ，N. nycticorax の個体数を合わせて算定したことになる。しかし、就塒・離塒のカウントのうち種別にカウントすることのできているデータ（Table 3-2.）は、1985年8月以降のデータしかなく、繁殖中（5，6，7月）の巣数調査とは直接比較できない。又、ゴイサギ，N. nycticorax は早目に繁殖を済ませて8，9，10月にはほとんどシラサギ類だけのコロニーになってしまうことが分るだろう。そして、5，6，7月の繁殖コロニーには、かなりの数のゴイサギ，N. nycticorax が居るものと思われる。従って、繁殖最中のシラサギ類とゴイサギ，N. nycticorax の比率を知り、ゴイサギの個体数を取り除く必要がある。一巣当りの雛数の調査では、ゴイサギ N. nycticorax が全体の38%も占めていた。又、死亡個体数調査ではゴイサギ，N. nycticorax の死亡個体の比率が、53%にも及んだ。ゴイサギ，N. nycticorax が、シラサギ類

と同じような死亡率を持つとすると、この値は巣の種の比率を反映することになる。そこで、繁殖期最中のゴイサギ，N. nycticorax の比率は約"50%"と考えると、シラサギ類の巣数($\sum_i N_i$)はおよそ"1800"となる。

最後に考えなければならないのが、繁殖コロニー内での繁殖開始から終るまでの間のシラサギ類の死亡個体数(D_i)である。これは、先に示したTable 3-6. から得られる。死亡個体数調査の成されなかったNAMIKI(G)，KIJYO(P)をSANUMA(C)と同じ規模，SEIMEI(N)をAKATSUKA(K)と同じ規模と考えると，シラサギ類の総死亡個体数($\sum_i D_i$)はおよそ"900"となる。(1)式に、シラサギ類の総巣数($\sum_i N_i$)と総死亡個体数($\sum_i D_i$)を考慮に入れると

$$T = \sum_i N_i(2 + E \cdot h) - \sum_i D_i$$

となる。コロニー内の全てのAdがつがいをつくるとして，この式に$\sum_i N_i \fallingdotseq 1800$，$E \cdot h = 2.1$，$\sum_i D_i = 900$を代入すると、繁殖直後のシラサギ類の総個体数は、$T \fallingdotseq 6500$となる。

これが、手元にあるデータを総動員し、又、**大担な仮定の上に**巣数から期待される繁殖後(9月頃)の調査地域の総個体数である。カウントによる9月のそれは5800個体であった。上で得られた個体数は、就巣カウントによるものより少し多目であるが、これは予想した通りであった。なぜならば、カウントの際に、コロニー内の見えない繁殖個体があったからである。

両者の値は、近い値にも思えるが、700個体の差が出たことについては、他にも考えられる要因がある。先ず、Table 3-3. に示した月別総個体数の値は、1985年10月以降のカウントではかなり正確だと考えられる。当然のことながら調査地域は開放系であり、外からの流入,流出が大いにあると考えられる。サギ類では渡りがよく知られている他に、茨城県→静岡県，千葉県→静岡県，千葉県→宮城県のような地域的な移動も知られている(吉井・叶内，1979；羽田他，1983)。環境庁(1978)によると渡りの渡去は、アマサギ，B. ibis，ダイサギ，E. alba，チュウサギ，E. intermediaで9月下旬と示され、ゴイサギ，N. nycticoraxは冬期に漂行する。このような、渡りや地域的な漂行は、本調査地域においても、秋の繁殖コロニーの消滅や総個体数の減少によって当然認められる(Fig. 3-1.，Fig. 3-2(a).-(d).)。例えば、MITSUMA(J)の時とOHSAKI(L)のコロニー(Fig. 3-2(b).)では、

1985年4月のMITSUMA(J)の消失とOHSAKI(L)の増加が一致し、11月のMITSUMA(J)の出現とOHSAKI(L)の激減が一致し、その後、MITSUMA(J)の増加につれたOHSAKI(L)の減少がみられた。このことから、OHSAKI(L), MITSUMA(J)間には鳥の季節的な移動があると考えられる。同じようなことは他の隣接したコロニーヌは時間で起こっていると考えられる。例えば、Fig.3-2(a)でも、1985年8月のKUROGO(B)の消失に伴った、SANUMA(C)の個体数の増加と秋の時であるSAKURA(D)の出現(9月)があり、それにつづいてSANUMA(C)の激減とSAKURA(D)の一時的な個体数の増加, SONZO(A)の出現(9-10月)が見られる。このように近接した場所間の個体数は大変密接に関係しあっている。Fig.3-2(d).でKIJYO(P)とUSHIKU(O)についても、KIJYO(P)の消失から少し遅れてはいるものの、USHIKU(O)が近くに出現している。しかし、この場合にはKIJYO(P)で減少した個体のほとんどは、恐らく調査範囲内・外のどこかへ移動したものと思われる。又、霞ヶ浦周辺の時の出現についても(Fig.3-2(d))、近接したコロニー(AKATSUKA(K), NAMIKI(G))の消失と関係しているように見える。調査地域内でも夏の繁殖コロニーの分布は主に、調査地域の西側の小貝川・鬼怒川沿いに多かったが、秋から冬にかけて存在する冬時は、主に東側の霞ヶ浦や桜川に多く分布しており、夏季に比較すると、霞ヶ浦周辺の個体数も増加しているものと思われる。これは、夏季の餌場として有効な水田や用水が、冬季には調査地域内では乏しくなり、調査地域西側よりむしろ霞ヶ浦での採餌場所が相対的に増加するからであろう。その他に、2.マーキングで示したように、マーキング個体が他のコロニーで発見されたり、マーキングしたコロニーを離れて、どこかへ行ってしまったこともある。このようなサギ類の性質から、繁殖中に何らかの原因でコロニーを離れたり、繁殖直後に他に出来る時へ移る可能性が高く、それによってカウントによる個体数が巣からの計算より少なくなることも考えられる。

一方、死亡個体数調査では、コロニー内の落鳥のみを扱ったが、コロニー外や、コロニーの高い木の上の巣で死鳥がある可能性もある。もし、それがAdであれば、その巣の雛や卵も死ぬことになり、巣数から推定した個体数が、カウントから得た個体数よりさらに多くなることもあろう。又、調査中に実際に使われてないと思われる巣を発見したが、このように前年の巣又は当年放棄された巣で使われないものがある場合なども、巣数から算定する個体数が多くなる

ことがあろう。

本調査で発見された死体は、その約半数が幼鳥(J)であり、Adの占める割合もかなり高いものであった。定量的なデータはないが、死因については、齢に関係なく場所の植生等の物理的要因が大きな部分を占めると思われる。コロニーを竹につくっているSANUMA(C), OHSAKI(L)では、枝や幹の割れ目に足や首をはさまれて死んでいる、いわゆる事故死個体が多く見られた。1970年代のこのような渡鳥調査では、往々にしてその死因を農薬等とからめて論じられる傾向にあったが、筆者らの観察からこれらの死はサギ類の本来持つ特性によるものであるという見方が妥当と考えられる。更に、後の4.餌分析の項で、死亡個体の胃(砂のう;gizzard)の中に線虫が多く発見されたことも、もう一つの死亡の原因を示唆するものである。

4. 食性分析

4-1. 調査目的

後の章5.餌場調査でコロニーヌは塒の成立機構を考察するにあたり、5種のサギ類の採餌特性やコロニーヌは塒の周辺の餌環境を知る目的で、以下の2点に着目して胃内容物及びペレットの分析を行なった。

1) 対象となる5種のサギ類の採餌物特性を明らかにする。

2) サギ類の属するコロニーヌは塒の場所のちがいによって、採餌物のちがいが現われるかどうか。

分析に際しては、採集期間を限定して、採餌物の季節変化の影響をなくすようにし、又、採集場所と種のちがいによる比較を明確にするようにした。

サギ科鳥類の食性の報告は主にゴイサギ, N. nycticorax の養鰻池での食害調査として成されたもの(千葉・柳沢, 1977, 1979)、シラサギ類を扱ったもの(小杉, 1960)などで、総合的な食性分析が成されている。他に、コロニー内での落死鳥の原因求明のために解剖が成されたもの(小杉, 1976)などがある。本研究では、小杉(1960)の報告と同じ項目について調べ、比較することによって一層の考察をすることにした。

4-2. 調査方法

死亡個体数調査の期間中(1985年5月~9月)に、調査地域で得られた死鳥のうち腐敗又は昆虫等による分解が砂嚢(gizzard)又は前胃(proventiculus)にまで及んでいない個体について砂嚢と前胃について取り出し、内容物を比較した。以下、この連続した砂嚢と前胃を"胃"とする。

得られた死鳥は、日付, 場所, 種, 齢を記録し、胃を取り出し、約70%のエタノールに保存した。サンプルは実体顕微鏡又はルーペ下で開き、決められた項目の各々について出現、非出現を調べ、30ccのサンプル瓶に区別して保存した。分析項目は、ほぼ小杉(1960)に習ったが、一部改正を加えた(Table 4-1.)。改めた点は次のとおりである。

① INSECTA - Odonata を INSECTA - Ephemerida に改めた。
② INSECTA - Coleoptera を terrestrial, aquatic に区別した。
③ PARASITE（主に Nematoda）の項目を加えた。
④ 胃全体容量に対して、どの程度内容物が入っているかを、おおよそのパーセントで示した。

採集したコロニー別に5種のサギ類と種不明のシラサギ（W.E.; White Egret）について、各採餌物項目の出現頻度と出現率を求めた。出現頻度は、1サンプルにつき、各項目が一片でも発見されれば出現（1）とし、発見されなければ（0）とした。出現率は、出現頻度から計算した。

本分析の目的の一つである"採餌物がコロニーの場所に依存するかどうか"を調べるために、特に川沿いと内陸にあるコロニー間の比較を、水辺で得られる項目と陸地で得られる項目に着目して、グラフヌはG検定によって比較した。

胃内容物分析と並行して1985年秋のペレットの採集・分析も行なった。ペレットの分析は、胃内容物分析と同じ項目について出現頻度を調べ、場所別採餌項目の出現率を調べた。ペレットの分析は、その吐き出し時期と吐き出した種が不明であるために、コロニー間の比較や胃内容物との比較が困難である。従って、ペレットのうちで吐き出し時期が、以下の条件に適合するものについてのみ分析を行なった。

①. 1985年夏、コロニーのなかったところに、1985年8月7日に冬塒のできたMITSUMA（J）のペレット、又は

②. 冬塒の下に一定期間新聞紙をひき、その上に落ちたペレット、又は

③. 観察によって、吐き出して間もないと判断できたペレット。新しいペレットは、乾いた地面でペレットのみが湿っている、形がくずれてない、コケやカビが生えてないなどを判断の基準とした。

これらの条件に適合するペレットは少なかったが、1985年11月の時間的に限定されたペレットとして扱った。胃内容物は未消化物を含

み、採餌物を比較的よくあらわすと考えられるが、ペレットは消化済みの物であり、採餌物を十分に反映していないことがある。この点については、胃内容物とペレットの内容物に出現し易いものについて、後に考察を加える。

4-3. 調査結果

4-3-1. 胃内容物分析

1985年5月19日から1985年9月27日までの間にKUROGO(B), SANUMA(C), NISHIGOYA(E), NAMIKI(G), AKATSUKA(K), OHSAKI(L), KIJYO(P)の各コロニーで、コサギ, E. garzetta, チュウサギ, E. intermedia, ダイサギ, E. alba, アマサギ, B. ibis, ゴイサギ, N. nycticorax の5種と種不明の白サギ(W.E.)の各齢のサンプルを合計129個体分得た(Table 4-2)。5月に82個体, 6月に45個体, 7月に10個体, 9月に1個体であり、その他の月は胃を得ることができなかった。胃を多く得た時期は、ふ化後ある程度成長し、動けるようになったJ(juvenile)の落下したものや、Ad(adult)の死亡の増加する5月, 6月であった(3. 個体数調査—死亡個体数調査 参照.)。採集された胃は、その全てが繁殖中のコロニー下で得られたので、繁殖期の胃内容物として扱った。

4-3-1-A. 種の特性

各種のサギの採餌物特性を調べるために、7か所で得られた全てのサンプルを合わせた、種別の各採餌項目の出現頻度とその出現率をTable 4-3., Fig. 4-1(a)~(m). に示す。Coleopteraについては、水棲, 陸棲別の出現率を種間で比較した(Fig. 4-2)。

1) コサギ, E. garzetta

10 Adults, 3 Fledgelings, 14 Juveniles の計27サンプルを得た。他の種と特に異っていたのは、他で現われなかったGASTROPODAが出現し、PLANTの出現率が高かったことである。Coleopteraでは水棲が陸棲よりも多く出現した。水棲Coleopteraは河川, 池, 水田等の浅い水辺によく観察されたので、この種は浅い水辺で頻繁に採餌していると考えられる。

2) チュウサギ, E. intermedia

1 Adults, 2 Fledgelings, 5 Juveniles の計8個体分のサン

プルを得た。他の種との著しい相違点はみられなかった。Coleopteraの出現頻度が高く、陸・水棲ともに見られたが、陸棲方が水棲より多かった。又、Diptera, Orthopteraも出現した。

3) ダイサギ, E. alba

Adultのみの2個体分のサンプルを得た。PARASITEを除いて、PISCES, CRUSTACEAのみが出現し、他種で広く出現したAMPHIBIA, Coleopteraは出現しなかった。サンプル数が少ないので推定の域を出ないが、ダイサギ, E. albaは主に水辺で、魚類・甲殻類を採餌したと思われる。

4). アマサギ, B. ibis

7 adults と 6 Juveniles の13個体分のサンプルを得た。他種に比べてAMPHIBIA, ARACHNOIDEAの出現率が高かった。又、INSECTAのHemiptera, Hymenopteraは、アマサギ, B. ibisのみに現われた。PISCES, CRUSTACEAの出現率は低かった。

AMPHIBIAの出現率が高く、PISCES, CRUSTACEAの出現率が低かったので、河川よりむしろ水田で多く採餌したと思われる。Coleopteraは水棲・陸棲ともによく現われた。又、INSECTAが5項目にわたって出現しており、他種に比べて昆虫食の性質が強いと考えられる。

5). ゴイサギ, N. nycticorax

10 Adults, 10 Youngs, 11 Fledgelings, 22 Juveniles の計53個体分のサンプルが得られた。MAMMALIA, PISCESが多く出現した。一方、ARACHNOIDEAは全然見られなかった。又、他種に比べてPARASITEが多く現われた。

Coleopteraの分析では水棲・陸棲ともよく出現したが、水棲の頻度の方が高かった。ゴイサギは水辺でも陸地でも採餌していると思われる。

6). 種不明の白サギ (W.E)

W.E.は、26個体分全てがJuvenileであり、コサギ, E. garzetta, チュウサギ, E. intermedia, ダイサギ, E. alba, アマサギ, B. ibis

が混合していると考えられる。Coleopteraで水棲の出現が多かったので、アマサギ, B. ibis, コサギ, E. garzetta が多く含まれる可能性が高い。

4-3-1-B. コロニー間の比較

異なった場所に存在するコロニーに属する同種のサギの採餌物が、コロニーの場所に依存しているかどうかを調べるために、各コロニーの各種別に、それぞれの胃内容物の出現頻度を示した(Table 4-4., Table 4-5., Table 4-6.)。

サンプル数が多く、かつ、場所条件が比較し易い勉怒川沿いのSANUMA(C)と近くに大きな河川のないAKATSUKA(K)について、両コロニーにおいてサンプルのとれたコサギ, E. garzetta, チュウサギ, E. intermedia, ゴイサギ, N. nycticorax の3種について、2つの場所の同種間の各項目の出現率を図に示した(Fig. 4-3 (a)~(k).)。

a) MAMMALIA

MAMMALIA はコサギ, E. garzetta, ゴイサギ, N. nycticorax では SANUMA(C), AKATSUKA(K) コロニーで出現した。コサギ, E. garzetta では AKATSUKA(K), ゴイサギ, N. nycticorax では SANUMA(C) での出現率が高かった。

b) AMPHIBIA

AMPHIBIA はチュウサギ, E. intermedia では SANUMA(C) で出現し、いずれも AKATSUKA(K) が少し高かった。

c) PISCES

PISCES は両コロニーのゴイサギ, N. nycticorax でよく出現した。チュウサギ, E. intermedia では SANUMA(C) のみに出現し、コサギ, E. garzetta には出現しなかった。

d) CRUSTACEA

コサギ, E. garzetta では SANUMA にのみ、チュウサギ, E. intermedia では AKATSUKA(K) にのみ出現した。ゴイサギ, N. nycticorax は両コロニーで出現した。

e) ARACHNOIDEA

SANUMA(C) のコサギ, E. garzetta, チュウサギ E. intermedia のみで出現した。

f) GASTROPODA

SANUMA (C) のコサギ, E. garzetta 1個体のみに現われた。

g) INSECTA - Orthoptera

SANUMA(C) のコサギ, E. garzetta, チュウサギ, E. intermedia, ゴイサギ, N. nycticorax で出現し、AKATSUKA (K) では出現しなかった。

h) INSECTA - Coleoptera

両コロニーの3種共によく出現した。Coleopteraは、水棲・陸棲の区別をつけて頻度を求めたので、それぞれのサギについて SANUMA(C), AKATSUKA(K) を比較して示した(Fig.4-4) コサギ, E. garzetta では SANUMA(C), AKATSUKA(K) 両コロニーで同じように水棲甲虫を採餌していた。チュウサギ, E. intermedia では、SANUMA(C) で水棲が陸棲より多く、AKATSUKA(K) では、全てのColeopteraが陸棲であった。ゴイサギ, N. nycticorax では、SANUMA(C), AKATSUKA(K) ともに水棲が陸棲より多かった。

i) INSECTA - Diptera

SANUMA(C) のチュウサギ, E. intermedia のみで現われた。

j) PARASITE

SANUMA (C) のチュウサギ, E. intermedia を除いてはよく出現した。3種ともAKATSUKA (K) の方がよく出現した。

その他の項目の REPTILIA, INSECTA-phryganoidea, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Ephemerida は2つのコロニーで3種のいずれにも出現しなかった。以上、各項目の出現頻度を総合的に判断すると、両コロニーに属する同種のサギ間の採餌物は、場所によって特に違うとは思われない。念のため、サンプル数の多かった両コロニーのゴイサギ, N. nycticorax 間で、各項目の出現頻頻度と非出現

頻度について、2×2のG検定を行なったが、PARASITEの出現について2つのコロニー間で有意に異なった以外は、全ての項目について5%水準で有意に異ならなかった。従って、Fig. 4-3 (a)~(k)の結果と合わせて、異なったコロニーに属する同種のサギ間の採餌物は、コロニーの場所の違いに依存しないと言ええる。

4-3-2 ペレット分析

繁殖終了後のペレットで、前述の条件に合ったものは、合計135片であった。採集地別のサンプル数はKUROGO(B)1, SANUMA(C)49, MITSUMA(J)73, SONZO(A)12であった。胃内容物と同様の分析を行なって、各項目の出現頻度を求めた(Table 4-7.)。又、頻度から求めた出現率を、SANUMA(C), MITSUMA(J), SONZO(A)の3つの塒について図に示した。(Fig. 4-5 (a)~(j).)

a) MAMMALIA

SANUMA(C)の1ペレットに現われたのみであった。ペレットのMAMMALIAは、毛玉として現われ、胃内容物のMAMMALIAの毛と同じ形状であることから判断した。

b) AMPHIBIA

SANUMA(C)の1ペレットに現われたのみであった。

c) PISCES

SNUMA(C), SONZO(A), MITSUMA(J)ともに低かった。

d) CRUSTACEA

SONZO(A) 58.3%で、SANUMA(C) 16.3%, MITSUMA(J) 5.8%に比べて高い頻度で出現した。

e) INSECTA - Orthoptera

3ヶ所ともほぼ100%と高い頻度で出現した。

f) INSECTA - Coleoptera

3ヶ所で、20~30%とほぼ同じ頻度で出現した。

g）PLANT

3ヶ所とも比較的高頻度で出現した。

REPTILIA, ARACHNOIDEA, GASTROPODA, INSECTA - Phryganoidea, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Ephemerida, PARASITE は調査したペレット中には出現しなかった。

4-4. 考察

サギ類は一般に水辺の採食者であると考えられている。小杉(1960)は、シラサギ属3種（コサギ, E. garzetta, チュウサギ, E. intermedia, ダイサギ, E. alba）は昼間水田や堀、河川のほとりなどで採餌を行ない、アマサギ, B. ibis は田の畦や堤の草地等を採餌場所とし、ゴイサギ, N. nycticorax は夜間水田，河川のへり、湖沼のほとりで採餌していると報告している。本調査の観察では、大筋においては、小杉(1960)の報告通りの採餌場所でサギが見られたが、繁殖期にゴイサギ, N. nycticorax が昼間も頻繁に採餌行動を行なったこと、アマサギ, B. ibis も河川で採餌することが観察された。さらに、繁殖後の秋から冬にかけて、シラサギ属3種が刈り取り後の乾いた田で、アマサギ, B. ibis とともに頻繁に採餌しているのも観察された。

16項目に分類した胃内容物分析では、コサギ, E. garzetta で9項目，チュウサギ, E. intermedia で7項目，ダイサギ, E. alba で2項目，アマサギ, B. ibis で10項目，ゴイサギ, N. nycticorax で8項目が出現した。それぞれの項目で頻度の差はあったが、ダイサギ, E. alba（2項目）を除く4種は多くの項目にわたって採餌していることが分る。これらの項目の生物がこの地域でどのような場所に分布しているかを考えあわせることによって、各サギがどこで採餌したかを推測することができる。例えば、ダイサギ, E. alba は、PISCES, CRUSTACEA のみが含まれていたことから、水辺の河川や水田で採餌していたことは容易に想像できる。又、餌の大きさからみてダイサギの餌となり得ると予想されるAMPHIBIAが出現しなかったことから、ダイサギ, E. alba は主に河川で採餌していたと考えられる。同様にコサギ, E. garzetta では9項目にわたる出現があり、その中には MAMMALIA, GASTROPODA, Orthoptera, Coleoptera が含まれていたことから、水辺だけでなく陸地での採餌も行なわれていたことが分る。しかし、AMPHIBIAの出現頻度が高いことや PISCES の出現から主に水田で採餌し、時に河川でも採餌したと想像される。注目すべきは、MAMMALIA の出現が2例

あったことである。出現したのは夜行性のネズミであり、コサギ、E. garzetta の夜間の採餌の可能性が示された。チュウサギ、E. intermedia では PISCES の出現により、一般に言われるように主に水辺で採餌すると思われる。しかし、ARACHNOIDEA, Orthoptera, Coleoptera, Diptera の出現、そして、Coleoptera では陸棲のものが多かったことから、草地での昆虫食の性質も持つと思われる。アマサギ、B. ibis では、10項目にわたる採餌項目が出現し、調査項目数が16と限られているものの調査対象5種の中で一番広食性を示すことが分った。又、アマサギ、B. ibis では INSECTA 8項目のうち5項目に出現し、アマサギが主に昆虫食の性質を持つと考えられ、主に草地で昆虫類を食べ、時に河川で魚類なども採餌したと考えられる。加えて、MAMMALIA の出現から、コサギ同様に夜間の採餌が示唆される。ゴイサギ、N. nycticorax の採餌物分析の結果は、コサギ、E. garzetta のそれと似た結果であった。繁殖期には、昼間の後動が観察されたが、MAMMALIA の出現が8例あり、繁殖期には昼夜にわたって採餌していると考えられる。採餌場所は河川・水田が中心であろう。又、珍しい例として、KIJYO (P) (1985年6月10日)、および SANUMA (C) (1985年6月16日) にて、ゴイサギ、N. nycticorax の Young (Y; 幼) が、他種 (W.E.) の雛を食べている例が目撃された。

サギ類の食性は環境のちがいによって影響をうけることが報告されている (小杉, 1960)。コロニー間の食性の比較ではペレット分析による報告がある (長岡立西中学校科学部, 1984) が、この報告はコロニーを構成する種の割合が考慮されていないこと、そして、ペレットという限られた項目の出現し易いものを用いた点で不備がある。異なった場所に存在する SANUMA (C), AKATSUKA (K) の2つのコロニーから得た胃内容物を用いて、同種個体の比較を行なった。

SANUMA (C) で Orthoptera が AKATSUKA (K) より多く、AKATSUKA (K) で SANUMA (C) より PARASITE が多かったことは、コサギ、E. garzetta、チュウサギ、E. intermedia、ダイサギ、E. alba の3種で共通していた。(PARASITE は採餌項目でないので、以下の考慮から除外する。) 胃内容物中の Orthoptera は、主にケラ、Grillotalpa fossr であり、それらは湿った土中に存在するが、特に餌場を限定することはできなかった。

SANUMA (C) は AKATSUKA (K) に比べ、大きな河川 (鬼怒川) に隣接している点で異なっている。又、その河川はサギ類にとって餌

場として利用可能であるばかりでなく、大変有益な場所だと考えられる。そこで、PISCES に注目してみるとコサギ, E. garzetta では、どちらのコロニーでも出現しなかったが、チュウサギ, E. intermedia とゴイサギ, N. nycticorax では両コロニーで出現し、いずれも SANUMA(C) でより多く出現した。従って、PISCES の出現は、コロニーが河川沿いにあるかないかということが影響する可能性がある。

分析項目全体として見れば、SANUMA(C), AKATSUKA(K) 間では顕著な違いが見られなかった。ただし、SANUMA(C) と AKATSUKA(K) 間で同じように現われずに、サギの種によって異なった傾向を持つものが多かった。その原因として、各コロニーの餌条件のちがいに加えて、種毎に異なった反応を示したことが考えられる。又、サンプル数の少なさ、頻度分析のみに頼ったこと、さらに落死個体の胃を用いたことなども結果に影響を及ぼしたと考えられる。

食性調査と並行して、コロニー及び塒の場所とその消長(前述)、及び、それらを構成する個体が用いる餌場利用の調査を行なった(後述)。もし、それぞれのコロニー又は塒に属する個体の利用する餌場が異なれば、コロニー及び塒の存在場所によって採餌項目も異なるはずである。しかし、この食性分析からは、コロニーの場所の違いによって採餌物に著しい異なりは見られなかった。このことは、各コロニー又は塒周辺のエサ場の質が似かよっている、則ち、調査地域内に各採餌物項目の生物が広く分布していることを示しているだろう。

今回の調査と小杉(1960)とでは、その分析項目はほとんど同じである。小杉の調査では2ヵ所のコロニーから得た89の胃を扱っており、本調査では7ヵ所から集めた159の胃を扱っており、しかもどちらも関東平野の農村地域に生息するサギ類を対象としている。以下に両調査の比較を試みる。

両調査において、それぞれの種の餌の項目はほぼ同じであったが、小杉の調査ではチュウサギ, E. intermedia, アマサギ, B. ibis で、本調査に現われなかった REPTILIA が出現している。一方、小杉の調査でゴイサギ, N. nycticorax にしか現われなかった MAMMALIA が、本調査ではコサギ, E. garzetta, アマサギ, B. ibis にも出現した。本調査で出現した MAMMALIA は、ゴイサギ, N. nycticorax でハタネズミ(microtus montebelli)が1例確認された。他は毛玉の状態であったが、ネズミのものと思われる。又、1984年には OHO(F) コロニーで、アズマ

モグラ（*Mogra wogra*）の吐出球（雛への給餌物と思われる。）が得られている。これらのMAMMALIAは主に夜行性であり、採餌者はゴイサギ、*N. nycticorax* に限られると考えるのが普通である。それでは、コサギ、*E. garzetta* やアマサギ *B. ibis* が夜間に採餌をするのであろうか。やはり、調査期間外であるが、1984年に、MITSUMA（J）の塒から300m程はなれた河川の中州にできたプレルースト（就塒前の集合）において、11:00 P.M. まで塒入りをしない例があった。日暮れ後の採餌については不確かであるが、夜間にシラサギ属の行動のあったことは事実である。しかし、それは1例のみであり、他の全ての観察では、夜間の塒又はコロニー外でのシラサギ類の行動は見られなかった。一般的にも、シラサギ類の行動は昼間とされており（小杉，1960；伊藤，1984），シラサギ類の夜間塒又はコロニー外での行動は特殊な例と思われる。今回の食性分析で、MAMMALIA がコサギ、*E. garzetta*、アマサギ、*B. ibis* に現われたのは、夜間これらがコロニーの下でとらえたと考えられないだろうか。MAMMALIA が出現した場所は AKATSUKA（K）の2例をのぞいて、その他の10例は全て SANUMA（C）であった。SANUMA（C）は、コロニーに下草がほとんどなく広いために、鳥が降りることも可能である。昼間ではあるが、コロニー下の地面で、サギが何かを採餌している行動はしばしば見られる。

全てのサギの種で PLANT（主にイネ科植物）が高い頻度で発見された。しかし、頻度は高かったが、量は微々たるものであること、サンプルの少ないダイサギ、*E. alba* を除く4種で同じような出現率であったこと、そして、ペレットにも消化されずに出現したことを考えると、PLANT は餌とともに偶然飲み込んだものであると考えられる。頻度は低いものの、他でも同じような報告がなされている。（羽田・千葉 1977，1979；小杉 1960）

PARASITE は Nematoda であり、チュウサギ以外の種でかなり高い出現率であった。死体解剖の例（小杉，1976）では10個体（種不詳）の全ての胃に Nematoda が発見されている。又、ゴイサギ、*N. nycticorax* の銃殺個体の分析例（千葉・柳沢，1977）では、月別に採餌物の変化をみているが、本調査の胃内容物を得た月の5～9月の平均の PARASITE の出現率は51.7%であった。一方、本調査のゴイサギ、*N. nycticorax* の PARASITE の出現率は69.8%であった。本調査の胃は死鳥から取り出したことを考えると、PARASITE（Nematoda）がサギの死亡率を高めていることもありうるが、その量的判断は現段階では困難

であり、今後の同地域の落死鳥と銃殺個体との比較が待たれる。

本研究での胃内容物分析はコロニー内の斃死鳥について前胃と砂嚢を取り出して行なったが、何らかの原因で死亡が起こっているのであるから、自然状態で生息するサギ類の採餌物を推定するには、本来ならば銃殺によって得た個体を用いるのが適切であろう(千葉・柳沢, 1977, 1979; 小杉 1960)。今までではコロニー内の落死個体では、死因究明のための臓器分析が報告されるに留まっている(小杉, 1960)。しかし、本調査地域のコロニーをはじめ、多くの場所でサギ類の各齢の死亡個体が得られるのも事実である。その採集のし易さから、本調査ではあえてそれらを用いた。このような方法では、"はたして斃死個体が、健康な個体の胃内容物をよくあらわしているか。"という問題が残るが、この問題については言及しないことにした。又、死因の一つと考えられるPARASITEの出現が、各種で同程度だったことから、この問題は、それ程結果をゆがめていないと考えられる。本調査についてその他の問題点は後述する。

サギ類では、採餌物の季節変化が報告されている(千葉・柳沢, 1979)。又、小杉(1960)は、食性が環境の影響をうけて変化することが多いことを述べている。本調査地域でも環境の季節変化や場所のちがいによる採餌項目への影響が予想されたので、短期間に広範囲から採集したサンプルを用いるように努力した。最終的には、この調査では繁殖期の7ケ所のコロニーから得た胃内容物と、繁殖終了後の秋のペレットを用いることができた。ペレット採集は、分析の際に問題となる吐き出し時期の不明確さを克服するために、条件をもうけて行なった。それによって数は少ないが、日単位のペレットを得ることができた点で有意義であった。

ペレットは消化しきれないものを口から吐き出したものであると考えると、消化途中のものを含む胃内容物に比べペレットでは、出現項目が減少し、消化しにくいものだけが出現すると考えられる。本調査でペレットに出現したのは、CRUSTACEA, Orthoptera, Coleoptera, PLANTでPISCESやAMPHIBIAの骨は出現しなかった。MAMMALIAは1例出現したが、やはり骨は現われずに毛として出現した。本調のような5種のサギのペレットを一諸に扱うことは意味がうすいと思われるが、ペレットを吐き出す種が限定される場合や判別可能な場合には、ペレットによく出現するCRUSTACEA, Coleopteraのようなサギ

類の中心的採餌物の季節変化などを見ることができよう。

胃内容物では食べたものがそのまま現われる場合やかなり消化がすすんでいて採餌物の判定が困難な場合がある。加えて、本調査では、小杉(1960)と同様にColeopteraの出現率が高かったことに疑問が残る。分析項目の他に、胃の内容物の量について、満腹を100%,空腹を0%としておよそのパーセントも記録した。その結果、10%未満のほとんど空胃であったものが38個体あった。そのうちの19個体でColeopteraが出現し、その19個体のうち14個体でColeopteraのみの出現であった。従って、Coleopteraは消化がかなり進んでもその殻が砂嚢にたまり易く、かなりの時間胃に残り、その結果、実際の採餌量より多く出現している可能性が高い。

本章の食性分析は、5.餌場利用調査(後述)と比較されて論じられることによって、本来の目的に達する。今回の分析では異なったコロニーに属する同種のサギでは、残念ながら内容物のちがいは見られなかった。又、データのばらつきも多く、傾向を読み取りにくい部分も多かった。今後の課題として、採餌物分析の項目を、この地域の状況、サギ類の採餌状況を把握した上で考え直すべきであろう。又、コロニー内での落鳥を用いた食性分析の確実性について、銃殺個体と比較しておく必要があろう。そして、コロニー間の採餌物のちがいについては、対照的な環境を餌場を選ぶことに留意をする必要があろう。

5．餌場利用調査

5－1．調査目的

本研究の対象であるシラサギ類4種は，繁殖期（4月－9月）は同じコロニーを利用しているが，秋から冬にかけては各々の行動に大きな違いが見られる。4種とも渡りをすることが知られており（高野，1985；吉井・叶内，1979；黒田・森岡，1985），特に本調査地域ではアマサギ，*B. ibis*，は渡りの結果，冬は観察されない。また，他の3種についても，冬期に観察される個体が留鳥であるのか，漂鳥であるのか，定かではない。しかし，前述の様にアマサギ，*B. ibis*，チュウサギ，*E. intermedia*，が主に陸食性であるのに対し，コサギ，*E. garzetta*，ダイサギ，*E. alba*，は主に水食性であるため，秋から冬にかけて採餌要求に大きな変化が見られることが期待される。現に本調査地域では，繁殖期，およびその末期においてはシラサギ類は主に田やその周辺の水域で観察されるのに対し，アマサギ，*B. ibis*，らの渡りが完了する10月中旬頃には，もはや刈り入れの終わった田ではシラサギ類はほとんど観察されず，主に川や池，用水などの水域に限られてしまう。この事実は，コロニーから冬塒への移行に際して重要な意味を持ってくると考えられる。

各コロニー，または冬塒に属する個体の分散範囲を考えるとき，多くの場合餌の分布が空間的に均一であると考えて，コロニーや塒から半径何kmの円内であると推測してしまう傾向がある（山岸他，1980；Siegfried，1971；Fasola and Barbieri，1978）。しかし，餌場候補地が物理的に限定されてしまう場合，例えば山間部で平地が狭くなっているところでは，分散範囲は谷部を流れる川沿い周辺だけとなり，考えられる円形に大きな歪みが生じることが当然予想される（羽田・岩崎，1982）。本調査対象地域は全域が海抜10～20mの平地であるが，上述のとおり，季節によって餌場候補地に大きな変化が見られる。即ち，ほぼ均一に分布する田などから，かなり分布に偏りのある川，池などの水域になる。それにもかかわらず，コロニーがそのまま冬塒として使われたり，コロニーが崩壊し，わずか3．4km離れたところに冬塒が形成されたりする。また，違う見方をすれば，主に田で採餌するアマサギ，*B. ibis*，を欠いた後も同じ分散中心から分散する塒もあれば，明らかに繁殖を目的としない冬塒としてだけのものが水辺に形成されたりする。

本調査の目的は，繁殖直後（8月－10月）と冬期（10月－12月）

の各々のコロニーや塒の餌場利用を調べることによって，コロニーの存続，あるいは崩壊と冬塒の成立の機構を考察することにある。繁殖直後を観察の一つの時期として選んだのには，いくつかの理由がある。即ち，1）コロニーの立地条件は育雛後の餌場条件をも満たしていると考えられること，2）この頃になると，もはや一度採餌に出た個体は就塒まで帰って来ないために，繁殖期にみられるような親鳥の頻繁な往復による観察個体の重複がないこと，3）巣立ちした個体が観察個体として加わることによって，餌場での観察可能な個体数を大巾に増加させることができること，等の理由による。8月から10月には調査地域内のすべての田や水域が調査対象となるのに対し，10月から12月には水域のみが対象となるため，共通の観察労力に基づいた比較はできないが，大枠についての比較は可能と考えられる。

5－2．調査方法

5－2－1．繁殖直後の餌場利用

調査は1985年8月から10月の間の計68日間にかけて行なった。調査地域を北部と南部に便宜的に2分し，北部にはKUROGO（B）とSANUMA（C）の2つのコロニーを，南部にはOHSAKI（L）とAKATSUKA（K）の2つのコロニーと秋塒であるMITSUMA（J）を含む様にした。この他にも秋塒のSAKURA（D）やNAMIKI（G），SEIMEI（N），KIJYO（P）の3つのコロニーがあったが，調査範囲が広くなりすぎるため，これらは調査対象から除いた。北部，南部とも，すべての田を一応餌場とみなし，約1Km²の面積を持った区画に区分し調査単位とした。調査は主に筆者2名で行なったため，この調査期間中にすべての区画を調査することは不可能であった。そこで，各コロニーに所属する個体の分散範囲をおさえることに主眼をおき，調査は境界となり得ると思われる地域を重点的に行なった。畦道などをバイクや車で走り，観察時刻，シラサギの有無，種，行動（採餌，休息など），餌場の環境について記録した。各個体の戻って行く塒の方向を観察するために，調査は14：00－18：00の間に行なった。経験的に，この時間帯にはシラサギ類は新しい餌場探しのための長距離の移動はしないことが判っている。また，区画に隣接する川や用水，池についても同時に観察をした。川での位置は，次に述べる冬期の餌場利用の調査で使った1Kmごとの川の

区間を使った。

5－2－2．冬期の餌場利用

調査は1985年10月から12月の間の計73日間にかけて行なった。調査地域内のシラサギ類にとって冬期利用可能と思われる主な川や用水，沼などをあらかじめ地図上で選び出し，センサス・ラインとした。川や用水については，調査地域内における各々の起点から約1kmずつに区切り，その区間を調査を行う上での単位とした。沼や池についても同様の基準を用いた。調査時間は，繁殖直後の場合と同じ理由により，14：00－17：00の間とした。各々の川や用水沿いの道をバイクや車で走り，観察時刻，シラサギの有無，種，行動，餌場の環境について記録した。また，調査で使用した道は大抵土手の上にあり，あたり一面を見渡すことができるため，川や用水の外で目撃したシラサギ類についても記録した。この調査期間中に存在した冬塒は，SONZO（A），SANUMA（G），SAKURA（D），KASUMI－2（H），KASUMI（I），MITSUMA（J），USHI-KU（O），KIJYO（P）の8つであった。設定した区間のほとんどについて，少なくと1回は調査できたが，特にSONZO（A），SANUMA（G），MITSUMA（J）を含む北部については，繁殖直後との比較を考慮して，少なくとも各区間につき3回以上調査するようにした。

5－2－1．，5－2－2．のすべてのデータは，2万5千分の1の地図上に500m四方のメッシュを切り，そのメッシュを基準にして図示した。

5－3．調査結果

5－3－1．繁殖直後の餌場利用

地図上に設定した，利用可能と判断した全区画の分布をFig．5－1．に示す。全区画数296（そのうち，川の区間が25）のうち，実際に調査できたのは212区画で，全体の約72％であった。観察されたシラサギ類の総数は4085羽（平均61羽／日）であった。調査地域内において，8日から10月にはおよそ5800羽のシラサギ類が存在したから，1日にその1％強を見ていたことになる。

各区画で採餌していたシラサギ類の個体数の分布と各コロニーの

分布をFig.5-2.に示す。図には各区画の上空を通過した個体は含まれておらず，また，各区画で観察された平均個体数は下式によりもとめた。

$$\begin{pmatrix}\text{各区画での}\\\text{平均個体数}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\text{各区画での延}\\\text{べ観察個体数}\end{pmatrix}\Big/\begin{pmatrix}\text{各区画の}\\\text{調査回数}\end{pmatrix}$$

調査した212区画のうち，まったく採餌に使われなかったものが83区画あった。平均1羽以上5羽未満観察された区画が62あり，残りの約48%を占めた。平均50羽以上観察されたところは10区画あり，100羽以上のところも1区画あった。これは，この時期のアマサギ，*B.ibis*，の群れて採餌する習性を反映していると考えられる。

KUROGO（B），MITSUMA（J），OHSAKI（L）のまわりでは，利用された区画，即ち餌場の集中が見られた。特にMITSUMA（J）とOHSAKI（L）のまわりでは顕著であった。一方，SANUMA（C）では東側にやや集中がみられるものの，比較的まばらに周辺が利用された。AKATSUKA（K）は近くの区画が利用されていなかったが，調査区画外の霞ヶ浦周辺の蓮田を利用していた可能性がある。全体的にみて，利用された区画の分布は鬼怒川と小貝川，および，それらの河川が集中しているところに沿っていた（Fig.5-8.参照）。

各区画のうち，就塒の飛行方向によって，どのコロニーに帰るかがわかったものについて，上空通過個体から得られた情報も含めてFig.5-3.に示す。SANUMA（C）とKUROGO（B）を除くコロニーについては，飛行方向のわかった区画数があまりにも少なかった。また，明らかに8つのコロニーのいずれにも属さないと思われる区画が3つ北部にあった。SANUMA（C）の餌場利用範囲は，得られたデータだけから判断すると，KUROGO（B）やMITSUMA(J)に比べて，かなり広範囲なものであった。しかし，KUROGO（B）の東やMITSUMA（J）の北には未調査区画が多数存在するため，明らかなことは言えない。全体に共通して言えることは，川を横切る様な飛行方向が多く見られたことである。SANUMA（C）では最大分散距離は10.1 km，KUROGO（B）では5.7 km，MITSUMA（J）では3.9 kmであった。

シラサギ類の各々の種がどの区画で採餌していたかをFig.5-4.～Fig.5-7.に示す。コサギ，*E.garzetta*，はほぼ全域に広がっ

ているが，特に北部の小貝川周辺に多く，また，南東部にも広がっていた。チュウサギ，E. intermedia，もほぼ全域に広がっているが，コサギ，E. garzetta，の多い北部の小貝川沿いや南東部では少なかった。ダイサギ，E. alba，はOHSAKI（L），MITSUMA（J）の近辺に集中していた。アマサギ，B. ibis，は北部にもいるが，OHSAKI（L），MITSUMA（J）付近に多かった。ただし，種の判別ができた観察個体数が全観察個体数の約31％しかなかったため，あまり決定的なことは言えない（Table 5－1．参照）。

各種別に陸上，および水域で各々採餌していた個体数をTable 5－1．に示す。4．食性調査において，アマサギ，B. ibis，チュウサギ，E. intermedia，は主に陸食性，ダイサギ，E. alba，コサギ，E. garzetta，は主に水食性の傾向があることが明らかになったが，ここでも，調査を主に陸上を対象にして行なったにもかかわらず，コサギ，E. garzetta，は水域でかなり観察された。また，2種間の比較を行なうと，コサギ，E. garzetta，はアマサギ，B. ibis，やチュウサギ，E. intermedia，よりも有意に水域で多く採餌していた（各々 $G = 432.0$，$P \ll .01$ と $G = 103.7$，$P \ll .01$）。一方，アマサギ，B. ibis，は明らかに他の3種よりも陸上で多く見られた。ダイサギ，E. alba，は，同定された個体数が非常に少なかったが，やはり水域で多く観察された。この様に，4種のシラサギ間において，利用する餌場の好みに大きな違いが見られた。

5－3－2．冬期の餌場利用

地図上に設定した全調査区間の分布をFig. 5－8．に示す。全区間454のうち，少なくとも1回調査したのは430区間で，全体の約95％であった。観察されたシラサギ類の総数は535羽で（平均7.3羽／日），これは10月から12月に調査地域内にいた総数の1％にも満たなかった。5－3－1．と同様の方法で各区間で観察された平均個体数をもとめ，シラサギ類の個体数の分布と各区間の分布をFig. 5-9．に示す。図には各区間の上空を通過した個体は含まれていない。調査した430区間のうち，まったく採餌につかわれなかった区間が269あった。繁殖直後に比べて平均個体数は小さく，平均1羽観察された区間が142で，1羽以上観察された区画の約88％を占め，平均20羽以上の区間はまったくなかった。これは，観察個体の約81％がコサギ，E. garzetta，で占められており（Table 5－2．参照），コサギ，E. garzetta，は主に単独で採餌するために，この

様な結果になったと考えられる。

利用された区間，即ち餌場は，SONZO（A），MITSUMA（J），USHIKU（O）では，堰のまわりに集中していた。しかも，いずれの場合もほぼ南北方向，即ち川筋に沿って利用されていた。しかしSANUMA（C）ではむしろ堰の周辺部が疎になっており，川筋に沿った利用傾向は見られなかった。また，KIJYO（P）やKASUMI（I），KASUMI-2（H），それにSAKURA（D）の周辺には利用された区間の集中が見られなかった。但し，Fig.5-9．に描かれた点線よりも下は，調査回数が3回未満のため，その影響があることは否定できない。

SONZO（A），SANUMA（C），MITSUMA（J）の3つの堰について，餌場利用状況を更に詳しくみるために，各堰を中心に放射状に距離を増やしていった時の利用可能な区間数の増加と，実際に利用された区間数の増加，およびその割合を求めてみると，Fig.5-10．のようになる。もし，シラサギ類が堰の近くの餌場，即ち区間から順に利用していくならば，SONZO（A）のグラフの様に実際に利用した区間の割合は堰からかなり距離が離れても1.0を保ち続けるはずである。しかしながら，SANUMA（C）やMITSUMA（J）においては，堰から1km離れた時点でもはやその割合が1.0を下まわってしまったり，むしろ少し離れた所で割合が大きくなったりしている。このように，堰によっては必ずしも近くの餌場から優先的に利用しているとは限らないことがわかる。また，各堰の周辺における利用可能と思われる餌場の分布は，ほぼ南北方向に平行に伸びたものとなっている。この様な分布の歪みと餌場利用の関係を見るために，更に東西南北に各々90°の中心角を持った扇形を考えて，上と同様に利用可能な区間の増加と実際に利用された区間の増加，およびその割合を求めると，Fig.5-11．のようになる。SONZO（A）では，東，西，南，いずれの方向についても近い餌場から順に利用していく傾向が見られた。北方向は調査地域外になってしまうため，分析からはずした。MITSUMA（J）については，南方向以外は同じ様に近い餌場から順に利用していく傾向が見られた。北方向は鬼怒川，東方向は小貝川とその周辺の川が密集しており，どちらもよい餌場であると考えられる。西方向は，やはり調査地域外になってしまうため，分析からはずした。SANUMA（C）については，いずれの方向について見ても，近い餌場から順に利用していくという傾向は見られなかった。むしろ，東方向では

4km位離れた所で利用する割合が高まるなど，塒からある程度距離をおいたところを利用する傾向が見られた。このように，塒により餌場利用範囲に歪みが生じていることが明らかになった。

各区間における就塒の飛行方向を，上空通過個体から得られる情報も含めてFig.5-12.に示す。SONZO（A），SANUMA（C），MITSUMA（J）を除く他の塒については，飛行方向の分かった区間数があまりにも少なかった。また，調査地域外の塒に属すると思われる区間が，北西部に2つあった。全体的に見て，飛行方向は川沿いのものが多かった。SONZO（A）では最大分散距離は10.4km，SANUMA（C）では9.7km，MITSUMA（J）では5.7kmで，最も分散した例はSAKURA（D）のもので，16.6kmであった。

シラサギ類の各種がどの区間で採餌していたかをFig.5-13.～Fig.5-15.に示す。コサギ，E.garzetta，はほぼ全域に広がっているが，チュウサギ，E.intermedia，は西部に，ダイサギ，E.alba，は南部に集中していた。繁殖直後に比べて，チュウサギ，E.intermedia，はその分布域が狭くなったが，ダイサギ，E.alba，ではむしろ分布の拡大がみられた。

それぞれの種のシラサギについて，陸上，および水域で各々採餌していた個体数をTable 5-2.に示す。繁殖直後と大きく異なり，いずれの種も水域で採餌している割合が多かった。種間では，水域，陸上の好みに有意差は認められなかった。

5-4.考察

コロニーから秋塒，冬塒への移行には様々な要因が絡んでくる。本調査地域においては，渡りによる種構成の激変がその最も大きなものと考えられる。主に陸食性のアマサギ，B.ibis，は，10月にはほとんどすべて渡りを終えてしまう。また，秋，冬塒の構成員であるコサギ，E.garzetta，チュウサギ，E.intermedia，ダイサギ，E.alba，は，陸食性からほとんど水食性に転換する。その結果，秋，冬塒は水域に依存した分布を強いられると考えられる。

繁殖直後は，まだまわりの刈り入れの終わった田にイナゴが大沢見られるなど，利用可能と思われる餌場の分布はかなり均一なはずであるが，実際利用されていた餌場は大きな川沿いに分布する傾向にあった。そして，調査は田という陸上の単位を用いたにもかかわらず，コサギ，E.garzetta，においては半数近くが水域で観察された。しかし，そのコサギ，E.garzetta，も観察されたすべてのシラ

サギに占める割合からすると，さほど多くはない。では何が川沿いに分布させる要因として働いているのであろうか。

冬期には餌場はほとんど水域に限られてしまい，構成種もコサギ，E.garzetta，がその大部分を占める。従って，冬期の各塒の餌場利用は，川等の水域の分布によって大きく左右されてしまう。SONZO（A），SANUMA（C），MITSUMA（J）の3つの冬塒について考えてみると，SONZO（A）とMITSUMA（J）は，南北にはしる川沿いに採餌のための分散を行なっていると考えられる。しかも，両塒とも川が数本密集したところに位置し，各々の川間での乗り換えが容易であり，その結果，連続的に餌場のひろがりがあると考えられる川沿いに細長く分散するのであろう。一方，SANUMA（C）は比較的四方から就塒個体が飛んできており，必ずしも川に依存した分散ではないと考えられる。おもしろいことに，SONZO（A）やMITSUMA（J）と違って，SANUMA（C）は繁殖期にコロニーとしても利用されていた。その安定性をもたらしているのは，この分散様式によるものかも知れない。

各コロニーの構成員と塒の構成員が同じものであるかどうかは，今のところ明らかではない。これは今後マーキングを続けていく事によって確かめていかねばなるまい。今，仮りに構成員が同じであると考えてみよう。即ち，繁殖期にいたコサギ，E.garzetta，チュウサギ，E.intermedia，ダイサギ，E.alba，は，そのまま同じ塒，または最寄りの塒を利用するとする。餌場が限定され，川の分布に従った採餌をしてきた秋，冬塒の各個体は，繁殖期，そして繁殖直後には，川以外の餌条件がより良くなった田等へ採餌に行くことになるであろう。しかし，田等は一時的に餌を豊富な餌場である。今まで利用していた，少なくとも何らかの餌を提供してくれる河川をまったく捨てて，その一時的に豊富になった餌場に行くであろうか。むしろ，質は落ちるけれども，確実に餌の得られる川を中心にして，その付近の一時的に豊富な餌場を利用すると考えられないだろうか。

山間部の谷間の様なところで，サギ類が川の流域を集中的に利用することが知られている（羽田・岩崎，1982）。しかし，本調査地域の様な平坦な地形においても，川の様な基本的な餌場を与える地理的条件が，サギ類の分布を大きく決定づけていると考えられる。就塒の際，川をよく目印（land mark）にして飛行することが言われている（Siegfried，1971）が，これも上で述べた様な事と関連しているのかも知れない。

6．総合考察

本研究の対象となったシラサギ類のコロニーや塒の分布は，決して単純な円形の餌場利用範囲を持つという考え方からは説明できないものであった。サギ類の様に餌が限定されている動物においては，その採餌範囲はもともと利用可能な餌場の分布によって，一義的に決定されているはずである。そして，利用可能な餌の量や分布の季節的変化が，最終的にはコロニー，あるいは塒の形成場所を決定すると考えられる。

個体数調査から，繁殖，渡りや漂行，そして死亡によって，各コロニーや塒の個体数に季節的な変動がある事が明らかになった。繁殖期には調査地内の個体数がピークに達する。コロニーをとりまく餌条件もこの時最高となることが予測される。次におこるアマサギ，B.ibis，の移出等による個体数の激減は，その後の餌場の数，あるいは質の低下を示していると考えられる。加えて，コロニーから秋，冬塒の形成，なかには完全に採餌目的のためだけと考えられる塒の成立からもこれは支持される。また，餌分析によって得られた種の特異性は，繁殖期から非繁殖期への各コロニーや塒の種構成の変化と餌場の変化との関係を強く印象づけるものである。一方，各コロニー間で餌要求に差が見られなかった事は，繁殖期のコロニーの立地条件は，調査範囲内では共通であるという考えを支持している。同様に，冬期でのシラサギ類5種の餌場がどれも水域に集中しているという観察結果も，塒の形成が共通の要求によるものであることを示唆する。また，捕獲個体から得られたコロニー間の移動は，コロニー形成，あるいは塒形成が〝帰巣本能〟といった様なものでく，もっと単純な餌要求だけによるものである可能性を提示している。

コロニーとその後形成される塒の餌要求の違いは，おそらく次の様に説明出来ると思われる。繁殖期には，給餌のための往復，個体数の急増に対処するため，手頃な餌場が身近に，大量にあることが望まれる。そしてその状態は繁殖直後，その年生まれた個体が自分自身で採餌し始める時まで続くと考えられる。この頃の餌要求は主に刈り入れ後の田，およびその周辺の水域を利用する事によって満足されている。利用可能な餌場はコロニーのまわりにほぼ均一に分布している。近いところから採餌するとすれば，実際に利用した場所はコロニーを中心としてほぼ円形に分布するはずである。この時

期の就塒個体の飛行方向をみると一応そのような傾向がみられる（Fig.5－3.）。しかし，調査地域全体の傾向としては，鬼怒川や小貝川等の大きな川沿い，あるいはその周辺の河川の密集した部分を利用していた（Fig.5－2）。つまり，川等の水域の分布によって，実際に利用する餌場の分布が歪められていた。秋，冬塒にうつると，餌場は川等の水域に限定されてしまい，上述の歪みが更に明確になる。SONZO（A），MITSUMA（J）はいずれもコロニーから移行してできたものと考えられ，河川の密集したところに形成された。移動距離は2kmほどで，サギ類の大雑把な飛行速度40 km/hr（Siegfried, 1971）からすると，はたして意味のある距離であるかどうか不明である。SANUMA（G）はコロニーがそのまま秋，冬塒に移行した例で，やはり利用可能な餌場が川等の水域に限られているため，川の流れに沿った分布をしているが，SONZO（A）やMITSUMA（J）で見られるほど近距離から順に利用している傾向は見られない。SANUMA（G）はSONZO（A）やMITSUMA（J）と異なり，一年を通じて存在した事，更に本調査地域内では繁殖期に最大の個体数を保持していた事を考えると，調査中には発見できなかった餌場の存在が示唆される。

繁殖直後，そして冬期を通じての川周辺の水域に大きく依存した採餌行動は，次のような考えで説明がつくであろう：繁殖期，そして冬期に共通して利用可能な餌場は川等の水域である。これらの餌場は時期によって相対的に質の落ちることもあるが，餌を得ることが最少限可能な場所であると考えられる。繁殖期には，川以外に田が重要な一時的に餌量の多い，そして質の高い餌場となりうる。コロニーの構成種もこの時期は餌の転換を行ない，また，この一時的に豊富な餌をもとめて，アマサギ，B. ibis，の様な陸食性のサギ類が当地へ飛来し繁殖する。しかし，冬塒の構成種であったコサギ，E. garzetta，やチュウサギ，E. intermedia，ダイサギ，E. alba，は，基本的には川筋という最少限餌を提供してくれる餌場を維持しながら，一時的に豊富な餌場を利用すると考えられる。そして，コロニーの形成される場所は，川筋と一時的に豊富な餌場の相方のかねあいによって決定されるであろう。一方，冬期は餌場が限定される結果，塒は川筋の密集部や，霞ヶ浦のような大きな水域付近にのみ形成されるであろう。

川筋の密集部に塒が形成された場合，その採餌範囲は次の様な過程で非円形へとひずむと考えられる。わかり易い様にFig.6.(A)の

様なモデルを考える。5本の溝に1つの塒，即ち1滴の水が落とされたとしよう。その水は最初に触れた溝に沿ってまず流れるが，そこからあふれた水は次の溝へと移る。結果的に最初に触れた溝で一番長く水がはしることになる。これは最寄りの餌場から順に利用するという前題に基づいている。しかし，SANUMA（G）に見られる傾向はどう解釈すべきか。そこで，塒の近くの川，モデルで言えば水滴を落とす近くの溝に窪みがいくつかあると考える（Fig. 6.（B））。これによって最寄りの溝の伸長速度は遅くなってしまい，窪みのない遠くの溝ではより長く水がはしることになる。これは即ち，塒の周辺が非常に餌が豊富なためにおこる歪みと解釈できる。この場合は塒の周辺部では採餌範囲がさほど広がらず，むしろ遠い川沿いに遠方まで広がる。SANUMA（G）の場合，砂沼やその東方に位置する区間がこれらの窪みと考える事が出来る。MITSUMA（J）についても同様に北方にある区間や東方の川の密集部がこれらの窪みに相当するものと考えられる。

本研究において調べられた延べ16のコロニーや塒のうち，長いものは同一地点に5年以上も存在しており，それ以前の数km離れた所に存在したものをその前身とすれば，10年以上も同じ場所でコロニーや塒が形成されていたことになる。当然その期間中の餌要求が満たされ続けるには，餌場条件はさほど激的な変化をしていないはずである。多くの河川，湖沼は10年位の時間巾ではそれほど変化していないと考えられる。従って，基本的には川などの水域によって鷺山，即ちコロニーや塒の分布が決定されるという考え方は，当を得ていると思われる。

最近ホシムクドリ，<u>Sturnus vulgaris</u>，で，餌場に固執して，集団塒はむしろその餌場の位置に依存して変わっているらしいという報告がある（Morrison and Caccamise, 1985）。本研究におけるサギ類も，季節変化に伴ってまったく同様の行動をしていると考えられる。そしてMorrisonらの唱えている"patch sitting"をあてはめれば，本調査地域内のサギ類は"supplemental feeding area"として河川などの水域を選んでいると考えられる。

本研究は筆者2名だけでは到底カバーしきれない広大な地域を対象としたものであった。また，集中的に調査しようとしたコロニーがその年形成されない等の不都合も重なり，数々の問題点を残した。以下にそれを列挙する；

a．対象としたコロニーや塒が，調査地域の端に位置した例が多かった。

b．シラサギ類と限定した事自体が便宜的であり，加えて個体数算定の際に，ゴイサギ，*N. nycticorax*，の影響を完全にとり去ることができなかった。

c．採餌可能な餌場をあらかじめ地図上で予測・限定したが，はたして本当にこれらの地点だけが本来利用可能な餌場であったか否かの検証がなされなかった。

d．餌場利用調査の1区画，または1区間に対する調査回数が少なかった。

e．餌場利用調査の時期がシラサギ類の本来の姿を描写できる時期であったかどうか不明であった。

f．個体数調査の調査日が組織的に組まれたものではなかった。

g．食性調査に関しては，生体から得られた情報が少なかった。

h．捕獲効率は従来よりもはるかに進歩したが，それでも，調査地域内に生息する個体数の1割にも満たないものであり，実際に個体識別をするのは困難であった。

以上，挙げればきりがないが，今後より多くの人手を使い，より組織的に調査を行うことにより，シラサギ類のみならず，動物の局地的集合行動そのものについて，より深い考察を加える事が可能と思われる。

7．要約

シラサギ類を用いて，動物が局所的に集合する，即ちコロニーを作る機構に関する研究を行なった。調査地域内に見られる4種のシラサギ類（コサギ，*Egretta garzetta*，チュウサギ，*E. intermedia*，ダイサギ，*E. alba*，アマサギ，*Bubulcus ibis*）の特性をふまえた上で，コロニー制をとる要因として，1）捕食に対する適応，2）効率のよい採餌，の2つのうち，特に後者に主眼をおいて，以下の5つの項目について調査，考察をした。

7－1．コロニー，または塒の分布調査

1984年9月までの予備調査から，コロニーの分布が等間隔であり，それらの利用する餌場が同心円状に広がっていると考えた。しかし，その後の調査で，16のコロニーや塒の存在が確認され，それらの分布は等間隔ではなく，また，季節毎に，そして年毎に消長が異なっており，周辺の餌場条件とコロニーや塒の存在との関係について考慮する必要がある事が示唆された。

7－2．マーキング

1985年2月から5月にかけてペインティング，1985年5月から9月には捕獲によるマーキング（足輪，首輪，ペンキ）が行われ，合計185羽がマーキングされた。ペインティングによってマーキングされた個体は15羽確認され，そのうち4羽は同じ場所や他のコロニーで発見された。捕獲によってマーキングした個体は170羽であり，そのうち3羽が周辺地域で確認された。その中には隣接コロニー内で再捕獲された例もあり，コロニー間での個体の移動が明らかになった。ただし，今後の問題として，再発見率の低さを見直す必要がある。

7－3．個体数調査

1984年5月から1986年1月にかけて行なった各コロニーや塒の個体数カウントから，各コロニー，または塒の個体数の消長が示された。一つの場所で個体数が少なくなれば，どこかで増えるという関係が見られ，特に隣接したコロニーや塒同志でその関係が強く現われた。

本調査地域でのおよその個体数を直視カウントから求めた。一方

繁殖期の直視カウントが曖昧であったため，コロニーの巣数から繁殖直後のおよその個体数を求め比較した。どちらの推定方法も非常に強引であったものの，予想どおり，直視カウントによる個体数は巣数から求めたものより少なかった。これは，直視カウント時にコロニー内に留っている個体が見落された為であろう。

7－4．食性分析

サギ類の種毎の食性の特性を明らかにするために，そして"餌場利用調査"のために，コロニー間の同種の死亡個体の胃内容物を比較した。種による違いは見られたが，同種内でのコロニー間の違いは見られなかった。吐き出した日付を正確に知る方法を用いてペレット分析も行なったが，吐き出した個体の種がわからないなど，比較する際に不都合な点がいくつかあった。また，胃内容物についても，コロニー下での死亡個体を使ったため，はたして正常な個体の特性を反映しているかどうか不明であった。加えて胃内容物として残り易いもの（例えば Coleoptera など）と残り難いもの（例えば Pisces や Mammalia の骨）があり，分析結果の取り扱いに注意を要する必要があった。同様のことを，ペレット分析についても考慮する必要があった。

7－5．餌場利用調査

繁殖直後からコロニー崩壊までの期間（8月から10月）に，田および周辺の河川を餌場として利用可能な場所と考え，各コロニーの餌場利用状況を調査した。同様に10月から12月の冬期の餌場は河川などの水域に限られていると考え，各冬塒の餌場利用状況を調べた。その結果，シラサギ類が利用した餌場の分布は，冬期のみならず繁殖直後においても，もともと餌場として利用可能な田の分布が均一であるにもかかわらず，河川等の水域に沿ったものとなった。これは，シラサギ類が基本的には河川等の水域，即ち少なくとも何らかの餌場を提供してくれる場所を利用しながら，田等で一時的に餌条件がよくなるとそれを利用するといった具合の採餌戦略をとっているからであると考えられた。このことから更に，本調査地域内のシラサギ類のコロニーや塒は河川等の水域やその集中部に形成され，各々の餌場利用範囲は，それらの水域の分布によって大きく歪められたものとなると考えられた。

謝辞

本研究を行なうにあたって，直接御指導いただいた藤井　宏一先生，一部調査に参加して下さった学生の方々，貴重な情報を提供して下さった埼玉県庁，浦和市役所，下館市役所の職員の方々，調査方法等の点で御指導いただいた農林水産省農業研究センター病害虫防除部鳥害研究室の中村　和雄氏，ならびに長岡市立博物館動物研究室の渡辺　央氏，調査の際にいろいろお世話になった地元の会田勝利氏に篤くお礼申し上げる。

引用文献

千羽晋示・柳沢紀夫 (1977) ゴイサギ (Nycticorax nycticorax L.) の食餌物について(予報) 環境庁委託研究 鳥獣害性調査報告書 第1次報告書: 97-109.

———・———, (1978) 静岡県榛原郡吉田町のゴイサギについて 繁殖状況の調査結果について. 環境庁委託研究 鳥獣害性調査報告書 第2次報告書: 91-99.

———・———, (1979) 静岡県榛原郡吉田町周辺に生息するゴイサギの動態と食餌物に関する調査(最終報告) 環境庁委託業務報告書 鳥獣害性調査報告書: 113-144.

Day, F. I., S. D. Schemnitz and R. D. Taber (1980) Capturing and marking wild animals. "Wildlife management tchniques manual" (ed. Schemnits, S. D.), 62-88. The Wildlife society, Washington.

Draulans, D. and J. Van Vessem (1985) Age-related differences in the use of time and space by radio-tagged Grey Herons (Ardea cinerea) in winter. Journal of Animal Ecology, 54: 771-780.

Fasola, M. and F. Barbieri (1978) Factors affecting the distribution of heronries in Northern Italy. Ibis, 120: 537-540.

羽田健三・岩崎文 (1982) 善光寺平におけるコサギの個体数消長と空間分布. 鳥, 31: 41-56.

羽田健三他 信州鳥類生態研究グループ (1983) 長野県下におけるコサギの分布と繁殖状況. 長野県下における特殊鳥類調査報告書: 85-96.

Horn, H. S. (1968) The adaptive significance of colonial nesting in the Brewer's Blackbird (Euphagus cyanocehalus). Ecology, 49: 682-694

伊藤嘉昭・村井実 (1978) 動物生態学研究法 古今書院

伊藤信義 (1984) コサギの就塒前行動. 鳥, 33: 13-28.

環境庁編 (1978) 第2回自然環境保全基礎調査(緑の国勢調査) 動物分布調査(鳥類)報告書 日本鳥類の繁殖分布

小島久佳他 日本野鳥の会千葉県支部 (1982) 千葉県におけるサギ類の生息状況調査. Strix, 1: 87-92.

小杉照光 (1960) 数種のサギ科の鳥類の食性について. 山階鳥類研究所研究報告, 2: 89-98.

———, (1976) 野田のサギおよびその繁殖地緊急調査報告. 天然記念物緊急調査報告(埼玉県教育委員会): 67-102.

Krebs, J. R. (1974) Colonial resting and social feeding as strategies for exploiting food resources in the Great Blue Heon. Behavior, 51: 99-134.

倉田薫・樋口行雄 (1972) 三重県佐波留島におけるアオサギの繁殖について. 鳥, 21: 308-315.

黒田長久 (1982) 鳥類生態学 出版科学総合研究所

黒田長久・森岡弘之 (1985) 世界の動物 分類と飼育 8 コウノトリ目+フラミンゴ目. 財団法人東京動物園協会

McKilligan, N. G. (1985) The breeding success of Indian Cattle Egret (Ardeola ibis) in Eastern Austraia. Ibis, 127: 530-536.

Morrison, D. W. and D. F. Caccamise (1985) Ephemeral roosts and stable patches? A radiotelemetry study of communally roosting starlings. Auk, 102: 793-804.

長岡市立西中学校科学部 (1984) 長岡市内におけるサギ類の食性について. 長岡市立科学博物館報, 44: 11.

埼玉県環境部自然保護課 (1979) 浦和市三室のサギ繁殖地における落鳥の実態報告書. 埼玉県環境部自然保護課

Siegfried, W. R. (1971) Communal roosting of the Cattle Egret. Transactions of the royal society of South Africa, 39: 419-443.

Southern, L. K. and W. E. Southern (1985) Some effects of wing tags on breeding Ring-billed Gulls. Auk, 102: 38-42.

高野伸二 (1985) 日本の野鳥 山と溪谷社

Van Vessem, J., D. Draulans and A. F. DeBont (1984) Moovements of radio-tagged Grey Herons (Ardea cinerea) during the breeding season in a large pond area. Ibis, 126: 576-587.

渡辺央 (1978) サギ類の集団繁殖地内にみられる死亡個体(I). 長岡市立科学博物館研究報告, 13: 55-62.

山岸哲・井上良和・米田重玄 (1980) 奈良盆地におけるサギ類の集団繁殖地と塒の配置および採餌範囲. 鳥, 29: 69-85.

吉井正・叶内拓哉 (1979) わたり鳥 東海大学出版会

Zahavi, A. (1971) The function of pre-roost gatherings and communal roost. Ibis, 113: 106-109.

Table 1. The list of roosts and colonies.

CODE NAME	LOCATION	HISTORY	VEGETATION	1984 CO	1984 FR	1984 WR	1985 CO	1985 FR	1985 WR
A.	SONZO	1985-	B	-	-	-	-	-	+
B.	KUROGO	1983-	Co/B	+	+	-	+	+	-
C.	SANUMA		B	+	+	+	+	+	+
D.	SAKURA		R	-	+	-	-	+	-
E.	NISHIGOYA	1985-	B	-	-	-	+	-	-
F.	OHO	1980-1984	P/B	+	-	-	-	-	-
G.	NAMIKI	1984-	P/Co				+	+	-
H.	KASUMI-2			-			-	+	+
I.	KASUMI			-		+	-	+	+
J.	MITSUMA		Cj	-	+	+	-	+	+
K.	AKATSUKA	1984-	P	+	-	-	+	+	-
L.	OHSAKI	1983	B	+	+	+	+	+	-
M.	SHIMAZU		R	-			-	+	-
N.	SEIMEI		Cj				+	+	-
O.	USHIKU			-			-	-	+
P.	KIJYO	-1972,19XX-	B	+	+	+	+	+	+

CO ; Colony FR ; Fall Roost WR ; Winter roost

B = Bambusoidae R = Reed

P = *Pinus densiflora* Co = Copse

Cj = *Cryptomeria japonica*

Table 2-1. Number of painted individuals of each species at OHSAKI colony.

Species	Number of individuals
E. garzetta	5
E. intermedia	6
E. alba	1
B. ibis	3

Table 2-2. Observation of painted individuals which were identified more than twice.

		DATE									
No.	Sp.	2/24	3/8	4/13	4/19	4/22	4/26	4/30	5/5	5/10	5/16
2	E.a.	F	M	0	0	0	-	-	-	-	-
5	E.g.						0		0	0	-
7	E.i.							0	0	0	-
13	E.g.								0	0	0

No. ; Code number of each individual.

E.a.; *Egretta alba*
E.g.; *E. garzetta*
E.i.; *E. intermedia*

F ...observed at FUKUJIN bridge.
M ...observed at MITSUMA colony.
0 ...observed at OHSAKI colony.
- ...missed

Table 2-3. Number of egrets and herons captured at each colony.

COLONY		B		C		E		G		K		L		P		TOTAL	
		C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R
E.g.	J	1	0													1	0
	F			1	1					3	0					4	1
										(2)						(2)	
	A	1	0	22	0									2	0	25	0
				(1)												(1)	
E.i.	J			3	0											3	0
	F			1	0			1	0							2	0
	A	1	1	32	0					1	0	1	0	5	0	40	1
				(1)								(1)				(2)	
E.a.	J															0	0
	F									1	0					1	0
	A			5	0											5	0
				(1)												(1)	
B.i.	J			2	0											2	0
				(1)												(1)	
	F															0	0
	A			57	1							3	0	3	0	63	1
N.n.	J			1	0	3	0									4	0
				(1)		(3)										(4)	
	F															0	0
	Y	2	0	2	0									1	0	5	0
	A	2	0	10	0							3	0			15	0
												(1)				(1)	
TOTAL		7	1	136	2	3	0	1	0	5	0	7	0	11	0	170	3
				(5)		(3)				(2)		(2)				(12)	

E.g. ; Egretta garzetta E.i. ; E. intermedia E.a. ; E. alba
B.i. ; Bubulcus ibis N.n. ; Nycticorax nycticorax

J ; Juvenile , F ; Fledgling , Y ; Young , A ; Adult

C = Number of captured birds.
R = Number of recaptured birds.
( ) = Number of birds which died after capturing.

Table 3-1. Counted number of egrets at each roost.

/ ; date , (F) ; first observed , (D) ; disappearance , (E) ; no counting,only existence of roost site confirmed.

	SON70	KUROGO	SANUMA	SAKURA	NISHIGO.	OHO	NAMIKI	KASUMI2	KASUMI	MITSU.	AKATSU.	OHSAKI	SHIMAZU	SEIMEI	USHIKU	KIJYO
1984																
APR.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAY.	-	-	-	-	-	/13(F)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN.	-	-	-	-	-	(E)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUL.	-	-	-	-	-	(E)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AUG.	-	/28(F)	-	-	-	(E)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SEP.	-	/6 1470 /23 2377	-	-	-	/20 789 /22 570 /27 523	-	-	-	-	-	/2(F) /25 1295	-	-	-	/2(F) /9 1675
OCT.	-	/6 222	-	-	-	/4 94 /5(D) 0	-	-	-	-	-	/18 363	-	-	-	/10 490 /11 599 /14 337
NOV.	-	/3(D) 0	-	/16(F) 91 /25(D) 0	-	-	-	-	-	/17(F) 117 /28 125	-	/1 184 /8 168	-	-	-	(E)
DEC.	-	-	-	-	-	-	-	-	/17(F) 250 /20 200 /25(D) 0	(E)	-	/9 111	-	-	-	/2 193
1985																
JAN.	-	-	/14(F) 88	-	-	-	-	-	-	/11 140	-	(E)	-	-	-	(E)
FEB.	-	-	/10 74	-	-	-	-	-	-	(E)	-	/18 36	-	-	-	/13(D) 0
MAR.	-	-	/6 64	-	-	-	-	-	-	/28 78	-	/24 34	-	-	-	-
APR.	-	/5(F)	/20 60	-	/17(F)	/15(F) 4 /15(D)	-	-	-	/14 84	-	/2 29 /3 39 /14 17 /19 31	-	-	-	-
MAY.	-	(E)	(E)	-	(E)	-	-	-	-	/3(D) 0	/10(F)	/1 65	-	-	-	-
JUN.	-	(E)	/2 324	-	(E)	-	-	-	-	-	(E)	/5 161	-	-	-	-
JUL.	-	(E)	/29 729	-	/8(D)	-	/12(F) /19 817	-	-	/9(F) 3 /23 4	(E)	/29 1036	-	/26(F) 351	-	/21(F) 862
AUG.	-	/2 424 /3 677 /21 1284	/3 1144 /4 881 /22 1339	-	-	-	-	-	-	/7 64	/27 125	/4 807	-	(E)	-	(E)
SEP.	-	/27 700	/18 1407	/16(F) 105 /18 96 /30 116	-	-	-	-	-	/6 586 /13 1192 /25 532	(E)	/28 500	-	(E)	-	(E)
OCT.	/22(F) 319	/2(D) 0	/1 364 /9 512 /12 480 /25 176 /27 236	/4 200 /13 132 /15 134	-	-	/4 961 /28(D) 0	/25(F) 330	/8(F) 122 /10 132 /26 225	/1 585 /2 642 /10 486 /20 315 /27 216	/3 66 /15(D) 0	/9 325 /26(D) 0	/13 319	/11(D) 0	-	/2 1300
NOV.	/3 298 /15 294 /25 264	-	/18 156	/12 90 /19 85 /27 96	-	-	-	(E)	/2 467 /24 511	/5 327 /11 300	-	-	/4(D) 0	-	/17(F) 64	/3 210 /20 98
DEC.	(E)	-	/28(D) 0	/7 110 /14(D) 0	-	-	-	/27 200	/27 165	/4 223	-	-	-	-	(E)	/7 87
1986																
JAN.	/7 116	-	-	-	-	-	-	/9 150	/9 211	(E)	-	-	-	-	/9 133	/12(E)

Table 3-2. Counted numbers of individuals of each species at each roost.

ROOST LOCATION	DATE	E. garze.	E. inter.	E. alba	B. ibis	N. nycti.
A.SONZO	10.22		319		0	0
	(86)1.7		116		0	6
B.KUROGO	8.21			1284		10
	9.27			700		0
C.SANUMA	8. 4			881		83
	8.31			1144		36
	9.18			1407		13
	10.12			480		0
	10.27			230		0
D.SAKURA	10.15	120	13	1	0	0
H.KASUMI-2	always E.g. only		0	0	0	0
I.KASUMI	always E.g. only		0	0	0	0
J.MITSUMA	10. 1	585	0	0	0	0
	10.20	385	1	0	0	0
	11.28	117		8	0	0
	12. 4	215	5	3	0	0
K.AKATSUKA	8. 1			53		51
	8.27			125		17
L.OHSAKI	8.20			709		4
	9.28			500		0
M.SHIMAZU	always E.g. only		0	0	0	0
O.USHIKU	11.17		36		0	0
	(86)1.9	130	0	3	0	0

Table 3-3. Total number of white egrets estimated from field data.

MONTH	TOTAL NUMBER OFEGRETS
1985 MAY	1100
JUNE	1900
JULY	4300
AUGUST	5100
SEPTEMBER	5800
OCTOBER	4100
NOVEMBER	1800
DECEMBER	1000
1986 JANUARY	900

Table 3-4. Number of individuals(monthly mean) of each roost during 1985.8-12.

LOCATION	AUG.	SEP.	1985 OCT.	NOV.	DEC.
A. SONZO	-	-	319	285	(190)
B. KUROGO	795	700	-	-	-
C. SANUMA	1193	1407	354	156	-
D. SAKURA	-	106	155	90	55
G. NAMIKI	(865)	(913)	481	-	-
H. KASUMI	-	-	330	(265)	200
I. KASUMI	-	-	160	489	330
J. MITSUMA	64	770	449	313	223
K. AKATSUKA	125	(96)	33	-	-
L. OHSAKI	807	500	163	-	-
M. SHIMAZU	0	319	-	-	-
N. SEIMEI	234	117	-	-	-
O. USHIKU	-	-	-	64	99
P. KIJYO	(1008)	(1015)	1300	154	Z6

( ) ; interpolated value

\- ; no roost

Table 3-5. Number of nests of each colony.

COLONY	LAST DATE	NESTS
B. KUROGO	'85. 5.17	267
C. SANUMA	'85. 6. 2	974
E. NISHIGOYA	'85. 6. 9	20
G. NAMIKI	'85. 7.19	817
K. AKATSUKA	'85. 5.13	285
L. OHSAKI	'85. 6. 5	161
P. KIJYO	'85. 7.21	861

"Last date" means the day when nest counting was over.

Table 3-6. Number of dead bodies found at each colony.

SPECIES		COLONY LOCATION C	K	E	B	L	TOTAL
E. garzerra	J	32	12	0	1	0	45
	F	10	12	0	2	2	26
	A	32	8	0	6	0	46
	?	0	0	0	0	1	1
		74	32	0	9	3	118
E. intermedia	J	5	5	0	0	0	10
	F	2	0	0	0	1	3
	A	9	0	0	0	3	12
	?	1	0	0	0	0	1
		17	5	0	0	4	26
E. alba	J	3	0	0	0	0	3
	F	0	0	0	0	0	0
	A	3	0	0	0	0	3
	?	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	6
B. ibis	J	8	0	0	0	0	8
	F	3	0	0	0	0	3
	A	74	2	1	5	6	88
	?	0	0	0	0	0	0
		85	2	1	5	6	99
N. nycticorax	J	110	69	13	35	2	229
	F	59	46	0	1	0	106
	Y	10	2	0	1	0	13
	A	23	0	3	5	0	31
	?	4	0	0	1	0	5
		206	117	16	43	2	384
WHITE EGRET	J	49	11	0	4	0	64
	F	1	2	0	0	0	3
	A	0	1	0	0	0	1
	?	9	3	0	1	3	16
		59	17	0	5	3	84
UNIDENTIFIED	J	5	0	0	0	0	5
	F	0	0	0	0	0	0
	A	3	0	0	0	0	3
	?	0	1	0	0	0	1
		8	1	0	0	0	9
TOTAL		455	174	17	62	18	726

J ; juvenile
A ; adult
? ; unidentified
F ; fledgeling
Y ; young

Table 4-1. Classified groups of food items .

MAMMALIA	REPTILIA	AMPHIBIA	PISCES
CRUSTACEA	ARACHNOIDEA	GASTROPODA	
INSECTA			
Orthoptera (terrestrial,aquatic)			Phryganoidea
Hemiptera	Lepidopter		Coleoptera
Hymenoptera	Diptera		Ephemerida
PLANT	PARASITE (Nematoda)		

Table 4-2. Number of Gizzards of each species at each location.

SPECIES	AGE	LOCATION B	C	E	G	K	L	P	TOTAL
Egretta garzetta	Ad.	1	9	0	0	0	0	0	10
	Fl.	0	1	0	0	2	0	0	3
	Ju.	0	11	0	0	3	0	0	14
Egretta intermedia	Ad.	0	1	0	0	0	0	0	1
	Fl.	0	1	0	1	0	0	0	2
	Ju.	0	3	0	0	2	0	0	5
Egretta alba	Ad.	0	2	0	0	0	0	0	2
	Fl.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ju.	0	0	0	0	0	0	0	0
Bublucus ibis	Ad.	0	6	0	0	0	1	0	7
	Fl.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ju.	0	6	0	0	0	0	0	6
Nycticorax nycticorax	Ad.	0	9	1	0	0	0	0	10
	Yu.	0	2	0	0	7	0	1	10
	Fl.	0	2	0	0	9	0	0	11
	Ju.	3	14	5	0	0	0	0	22
WHITE EGRET	Ad.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fl.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ju.	1	25	0	0	0	0	0	26
TOTAL		5	92	6	1	23	1	1	129

Ad. ; adult
Fl. ; fledgeling
Ju. ; juvenile

Table 4-3. Frequencies of appearance of each food group for each bird species.

	SPECIES					
	E.g.	E.i.	E.a.	B.i.	N.n.	W.E.
SAMPLE SIZE	27	8	2	13	53	25
MAMMALIA	2	0	0	1	8	1
	(7.4)	(0)	(0)	(7.7)	(15.1)	(4.0)
REPTILIA	0	0	0	0	0	0
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
AMPHIBIA	4	0	0	5	4	1
	(14.8)	(0)	(0)	(38.5)	(7.5)	(4.0)
PISCES	1	1	1	1	12	3
	(3.7)	(12.5)	(50.0)	(7.7)	(22.6)	(12.0)
CRUSTACEA	2	1	1	0	5	3
	(7.4)	(12.5)	(50.0)	(0)	(9.4)	(12.0)
ARACHNOIDEA	2	1	0	3	0	0
	(7.4)	(12.5)	(0)	(23.1)	(0)	(0)
GASTROPODA	1	0	0	0	0	0
	(3.7)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
INSECTA						
Orthoptera	1	1	0	1	3	0
	(3.7)	(12,5)	(0)	(7.7)	(5.7)	(0)
Phrygamoidea	0	0	0	0	0	0
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Hemiptera	0	0	0	1	0	0
	(0)	(0)	(0)	(7.7)	(0)	(0)
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Coleoptera	22	5	0	12	33	25
	(81.5)	(62.5)	(0)	(92.3)	(62.3)	(100.0)
Hymenoptera	0	0	0	2	0	0
	(0)	(0)	(0)	(15.4)	(0)	(0)
Diptera	0	1	0	1	1	0
	(0)	(12.5)	(0)	(7.7)	(1.9)	(0)
Ephemerida	0	0	0	0	0	0
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
PLANT	15	3	0	4	20	6
	(55.6)	(37.5)	(0)	(30.8)	(37.7)	(24.0)
PARASITE	16	1	1	8	37	11
	(59.3)	(12.5)	(50.0)	(61.5)	(69.8)	(44.0)

();percentage

Table 4-4. Frequencies of appearance of each food group for each biard species at SANUMA colony.

	SPECIES					
	E.g.	E.i.	E.a.	B.i.	N.n.	W.E.
SAMPLE SIZE	21	5	2	12	27	25
MAMMALIA	1	0	0	1	7	1
REPTILIA	0	0	0	0	0	0
AMPHIBIA	3	0	0	5	3	1
PISCES	0	1	1	1	8	3
CRUSTACEA	2	0	1	0	3	3
ARACHNOIDEA	2	1	0	3	0	0
GASTROPODA	1	0	0	0	0	0
INSECTA						
Orthoptera	1	1	0	0	0	0
Phryganoidea	0	0	0	0	0	0
Hemiptera	0	0	0	1	0	0
Lepidoptera	0	0	0	1	0	0
Coleoptera	0	3	0	11	18	24
Hymenoptera	0	0	0	2	0	0
Diptera	0	0	0	2	0	0
Ephemerida	0	0	0	0	0	0
PLANT	12	1	0	4	10	6
PARASITE	12	0	1	7	16	11

Table 4-5. Frequencies of appearance of each food group for each biard species at AKATSUKA Colony.

	SPECIES		
	E.g.	E.i.	N.n.
SAMPLE SIZE	5	2	16
MAMMALIA	1	0	1
REPTILIA	0	0	0
AMPHIBIA	1	0	3
PISCES	0	0	4
CRUSTACEA	0	1	2
ARACHNOIDEA	0	0	0
GASTROPODA	0	0	0
INSECTA			
Orthoptera	0	0	0
Phryganoidea	0	0	0
Hemiptera	0	0	0
Lepidoptera	0	0	0
Coleoptera	5	2	7
Hymenoptera	0	0	0
Diptera	0	0	1
Ephemerida	0	0	0
PLANT	3	1	7
PARASITE	4	1	15

Table 4-6. Frequencies of appearance of each food group for each species at KUROGO(B),NISHIGOYA(E), NAMIKI(G),KIJYO(P) and OHSAKI(L) colony.

	LOCATION						
	B			E	G	P	L
BIRD SPECIES	E.g.	N.n.	W.E.	N.n.	E.i.	N.n.	B.i.
SAMPLE SIZE	1	3	1	6	1	1	1
MAMMALIA	0	0	0	0	0	0	0
REPTILIA	0	0	0	0	0	0	0
AMPHIBIA	0	1	0	2	0	0	0
PISCES	1	0	1	0	0	0	0
CRUSTACEA	0	1	1	2	0	0	0
ARACHNOIDEA	0	0	0	0	0	0	0
GASTROPODA	0	0	0	0	0	0	0
INSECTA							
Orthoptera	0	0	0	0	0	0	0
Phryganoidea	0	0	0	0	0	0	0
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	0	2	1	5	0	1	0
Hymenoptera	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0	0	0	0	0	0	0
Ephemerida	0	0	0	0	0	0	0
PLANT	0	0	0	3	1	0	0
PARASITE	0	3	0	5	0	1	1

Table 4-7. Pellet analysis.Frequencies of appearance of each food group from pellets.

	LOCATION				
	B	C	J	A	TOTAL
SAMPLE SIZE	1	49	73	12	135
MAMMALIA	0	1	0	0	1
REPTILIA	0	0	0	0	0
AMPHIBIA	0	1	0	0	1
PISCES	0	3	1	0	5
CRUSTACEA	0	8	4	7	19
ARACHNOIDEA	0	0	0	0	0
GASTROPODA	0	0	0	0	0
INSECTA					
Orthoptera	2	44	72	12	130
Phryganoidea	0	0	0	0	0
Hemiptera	0	0	0	0	0
Lepidoptera	0	0	0	0	0
Coleoptera	0	9	18	4	31
Hymenoptera	0	0	0	0	0
Diptera	0	0	0	0	0
Ephemerida	0	0	0	0	0
PLANT	1	21	18	4	44

Table 5-1. Number of egrets observed during Aug.-Oct.

SPECIES	LOCATION OBSERVED			TOTAL
	LAND (%)	WATER (%)	OVER (%)	
E. garzetta	152 (50.7)	139 (45.3)	9 (3)	300
E. intermedia	184 (90.6)	14 (6.9)	5 (2.5)	203
E. alba	7 (38.9)	11 (61.1)	0 (0)	18
B. ibis	916 (99.7)	3 (0.3)	0 (0)	919
WHITE EGRET	2335 (73.8)	286 (9.0)	544 (17.2)	3165
TOTAL	3594 (78.1)	453 (9.8)	558 (12.1)	4605

OVER ; Crossing over the patch.
WHITE EGRET ; Unidentified.

Table 5-2. Number of egrets observed during Oct.-Dec.

SPECIES	LOCATION OBSERVED LAND (%)	WATER (%)	OVER (%)	TOTAL
E. garzetta	58 (13.4)	343 (79.6)	30 (7.0)	431
E. intermedia	0 (0)	12 (100)	0 (0)	12
E. alba	1 (2.4)	38 (90.5)	3 (7.1)	42
WHITE EGRET	3 (6)	34 (68)	13 (26)	50
TOTAL	62 (11.6)	427 (79.8)	46 (8.6)	535

OVER ; Crossing over the patch.

WHITE EGRET ; Unidentified.

Fig. 3-1. Seasonal changes of roost utilization. Shaded bands indicate breeding colony. Small black spots indicate the point on which the observation was started. See text for detail.

NUMBER OF EGRET OF EACH HERONY

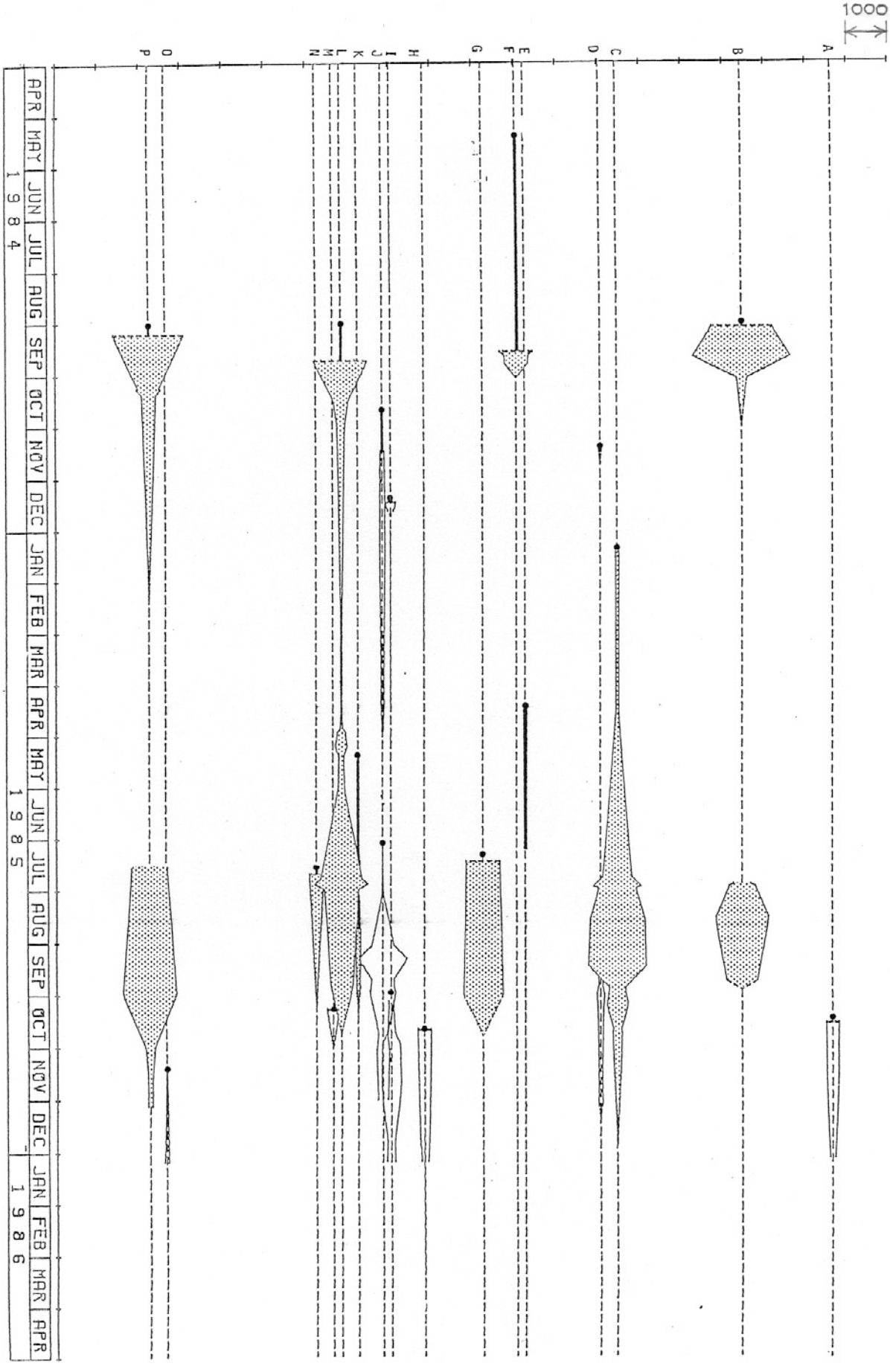
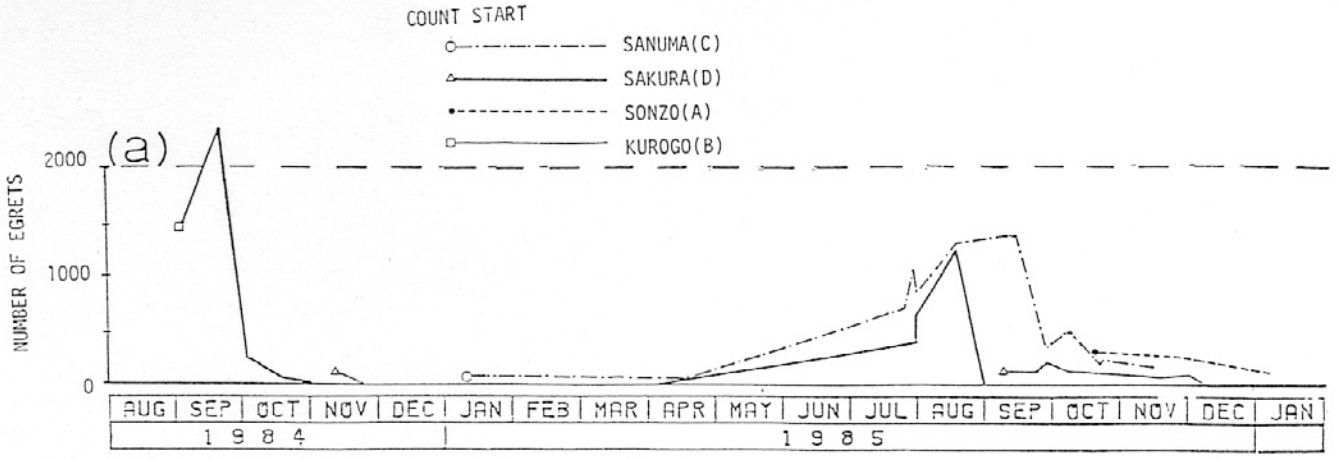
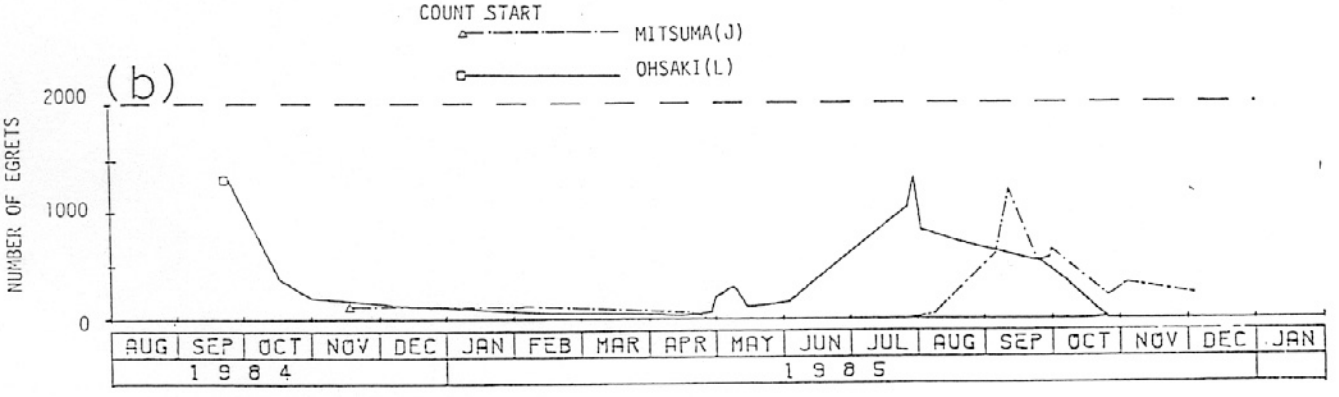
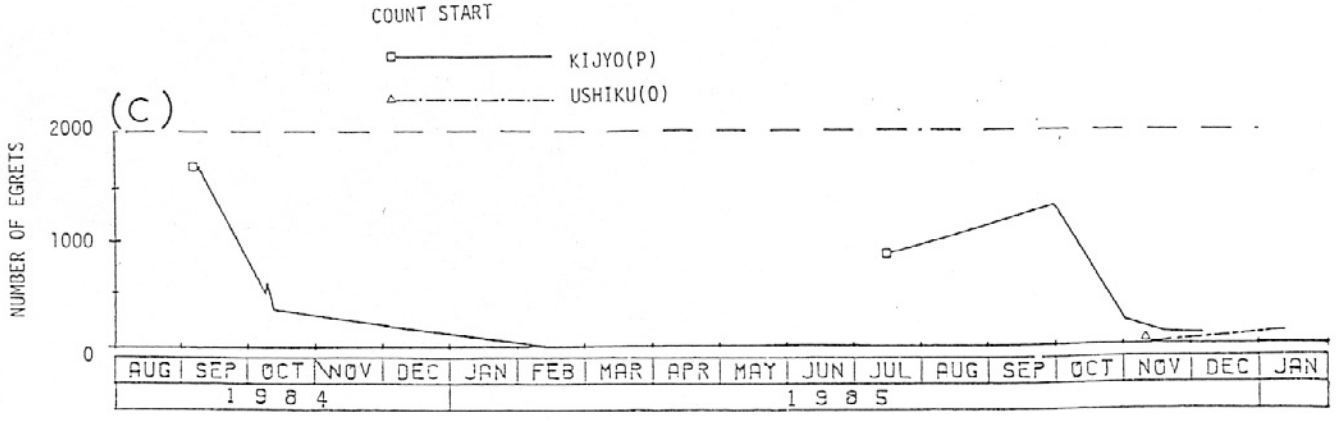
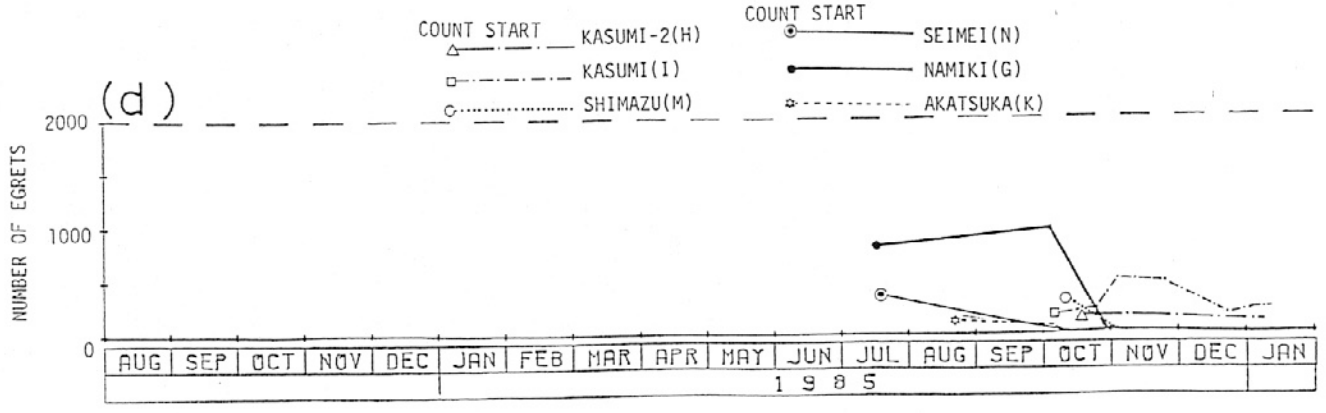


Fig. 3-2. Seasonal changes of size of roosting flocks. Adjacent colonies are group -ed.((a)-(d)). See text for detail.


COUNT START
SANUMA(C)
SAKURA(D)
SONZO(A)
KUROGO(B)
(a)
NUMBER OF EGRETS
2000
1000
0
AUG SEP OCT NOV DEC JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC JAN
1984
1985


COUNT START
MITSUMA(J)
OHSAKI(L)
(b)
NUMBER OF EGRETS
2000
1000
0
AUG SEP OCT NOV DEC JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC JAN
1984
1985


COUNT START
KIJYO(P)
USHIKU(O)
(c)
NUMBER OF EGRETS
2000
1000
0
AUG SEP OCT NOV DEC JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC JAN
1984
1985


COUNT START
KASUMI-2(H)
KASUMI(I)
SHIMAZU(M)
COUNT START
SEIMEI(N)
NAMIKI(G)
AKATSUKA(K)
(d)
NUMBER OF EGRETS
2000
1000
0
AUG SEP OCT NOV DEC JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC JAN
1985

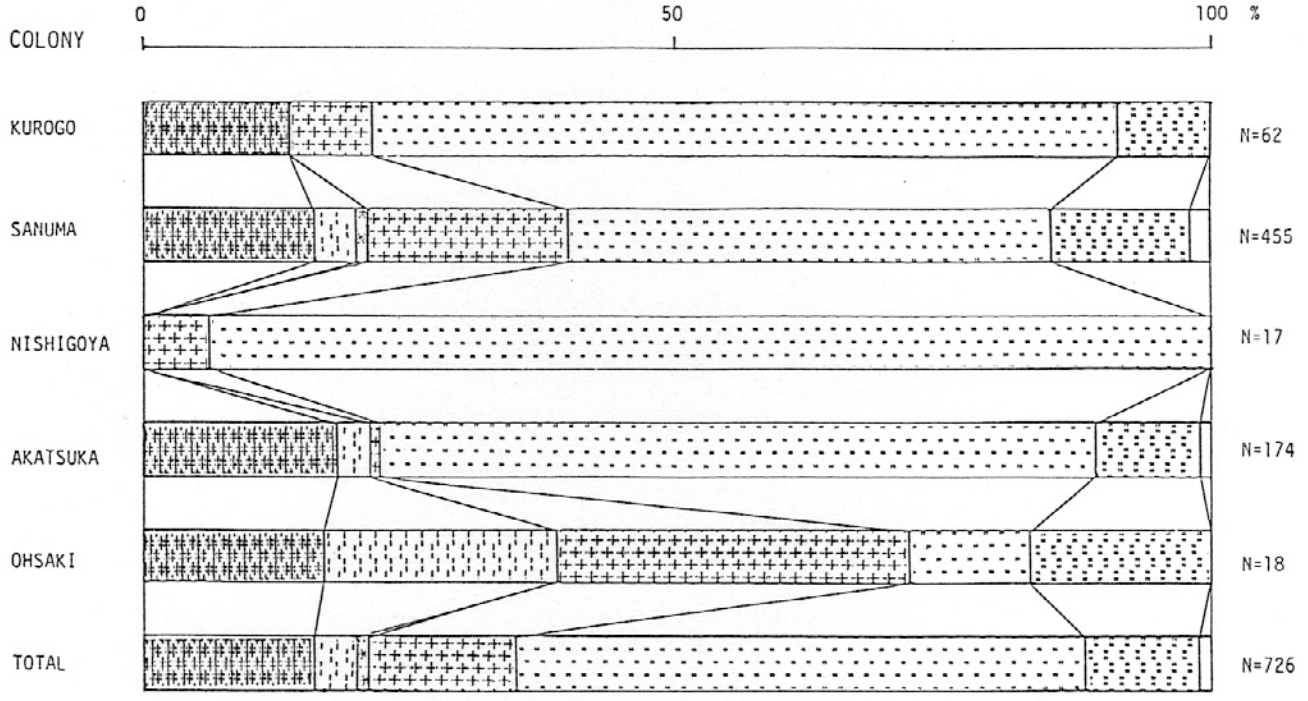
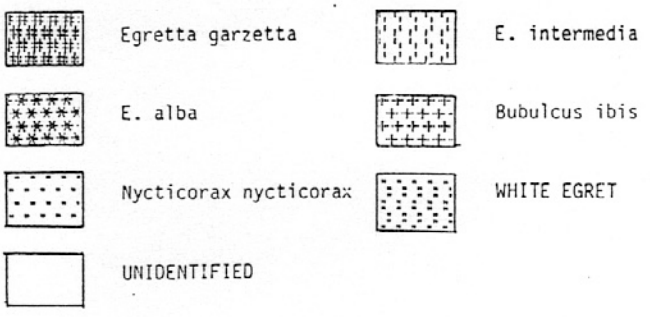


Fig. 3-3. Species composition (in proportion) of dead bodies at each colony.



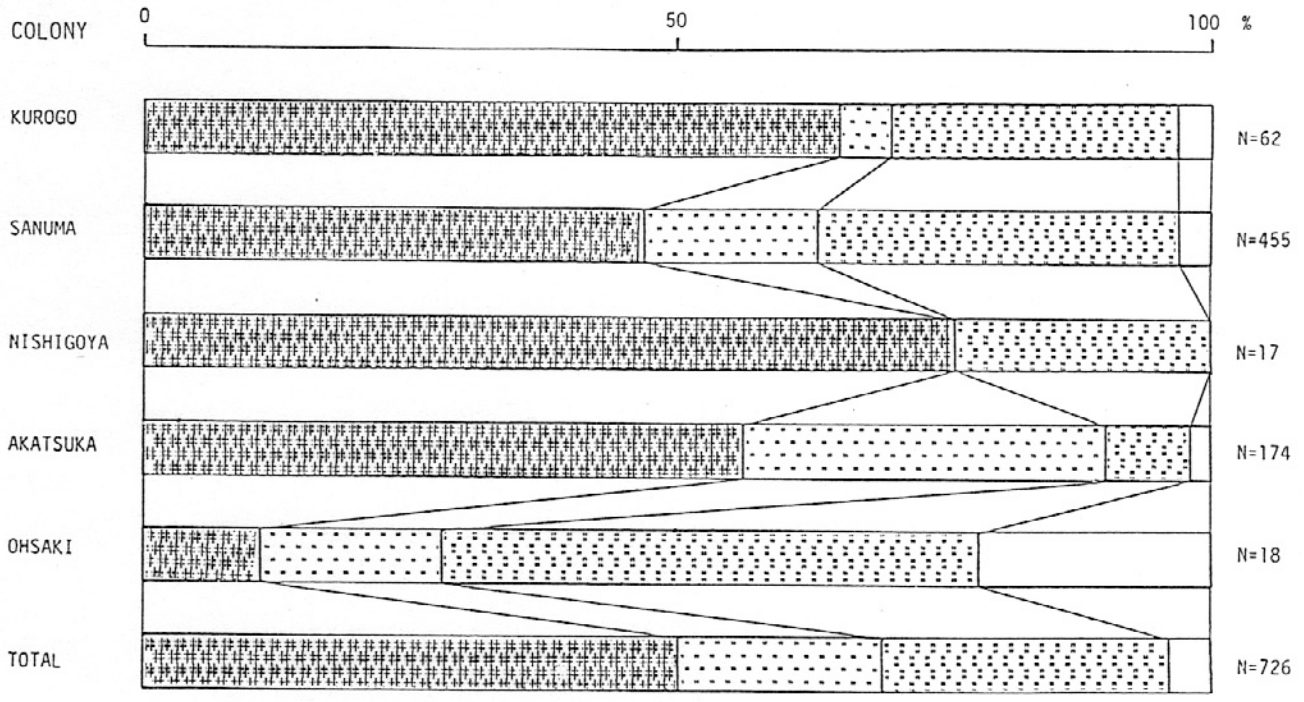
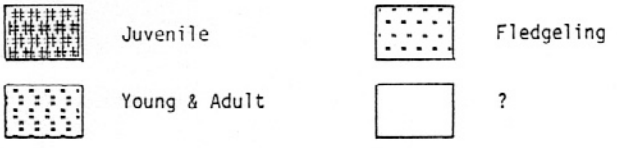


Fig. 3-4. Age structure (all species combined) of dead bodies at each colony.



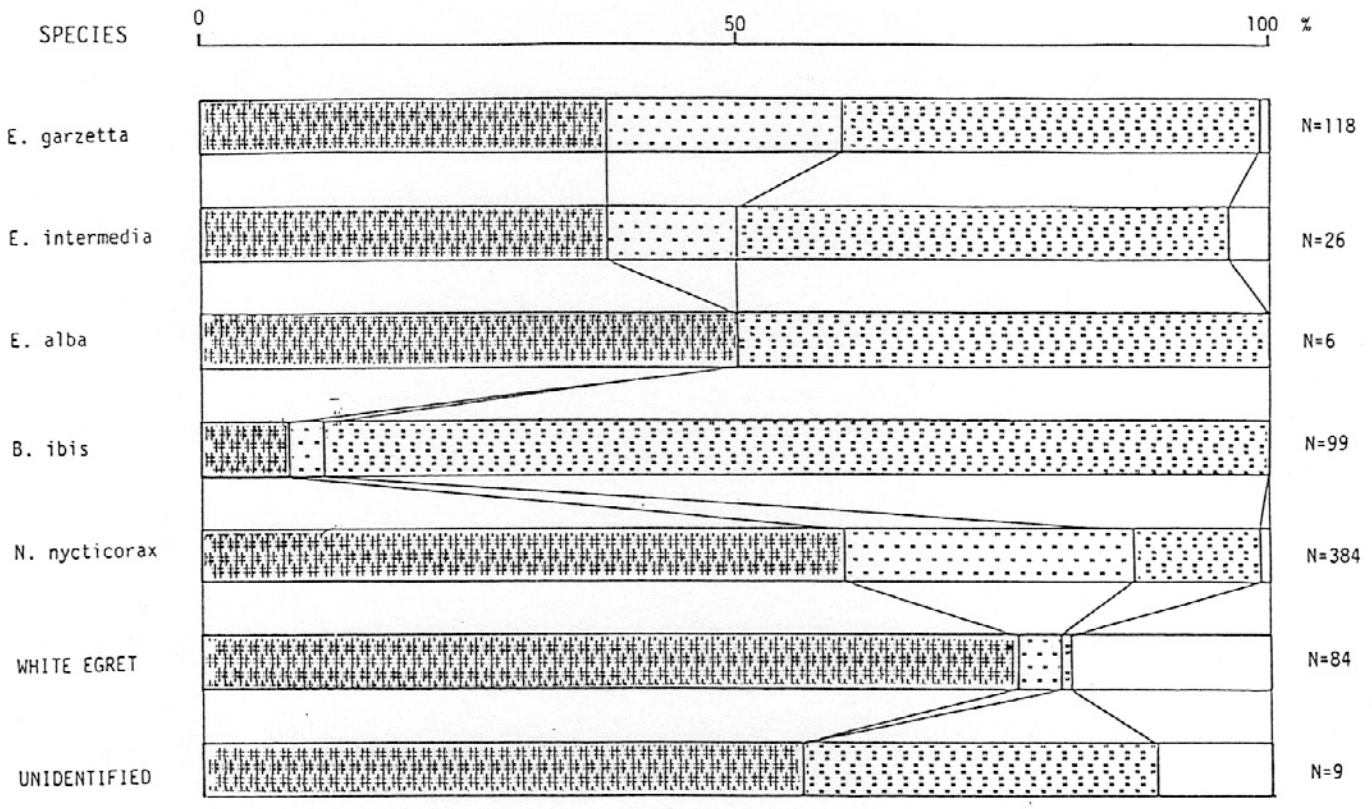
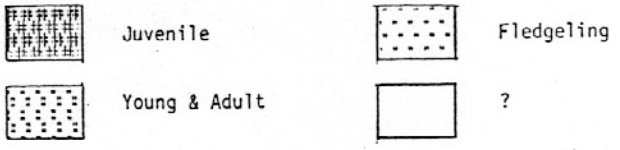


Fig. 3-5. Age structure (all colonies combined) of dead bodies of each species.



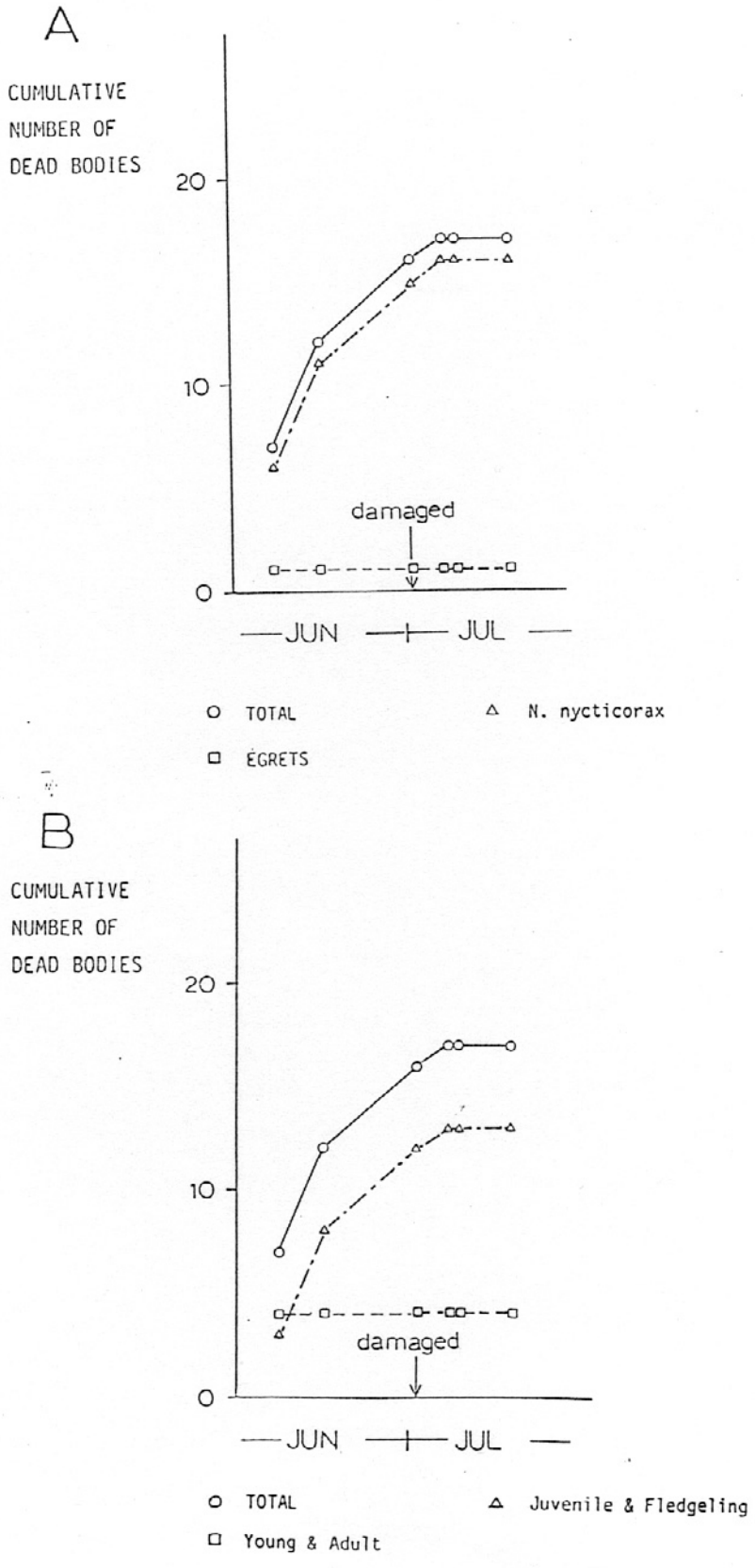
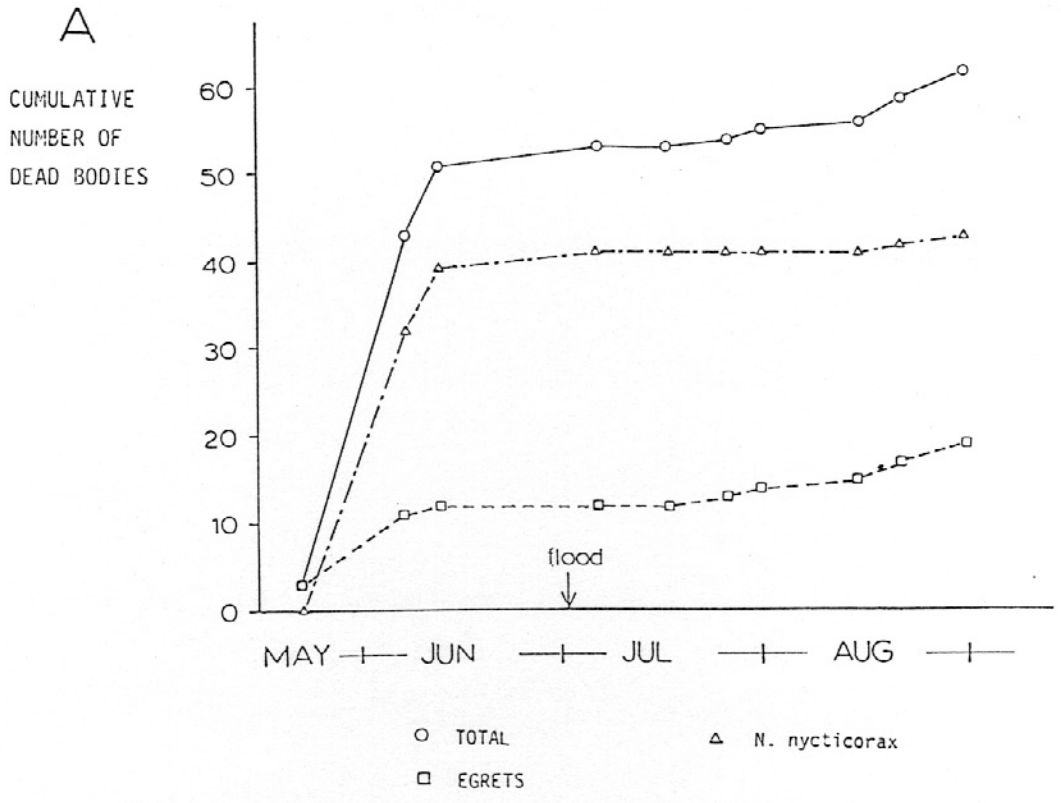


Fig. 3-6. Cumulative number of dead bodies at NISHIGOYA colony.



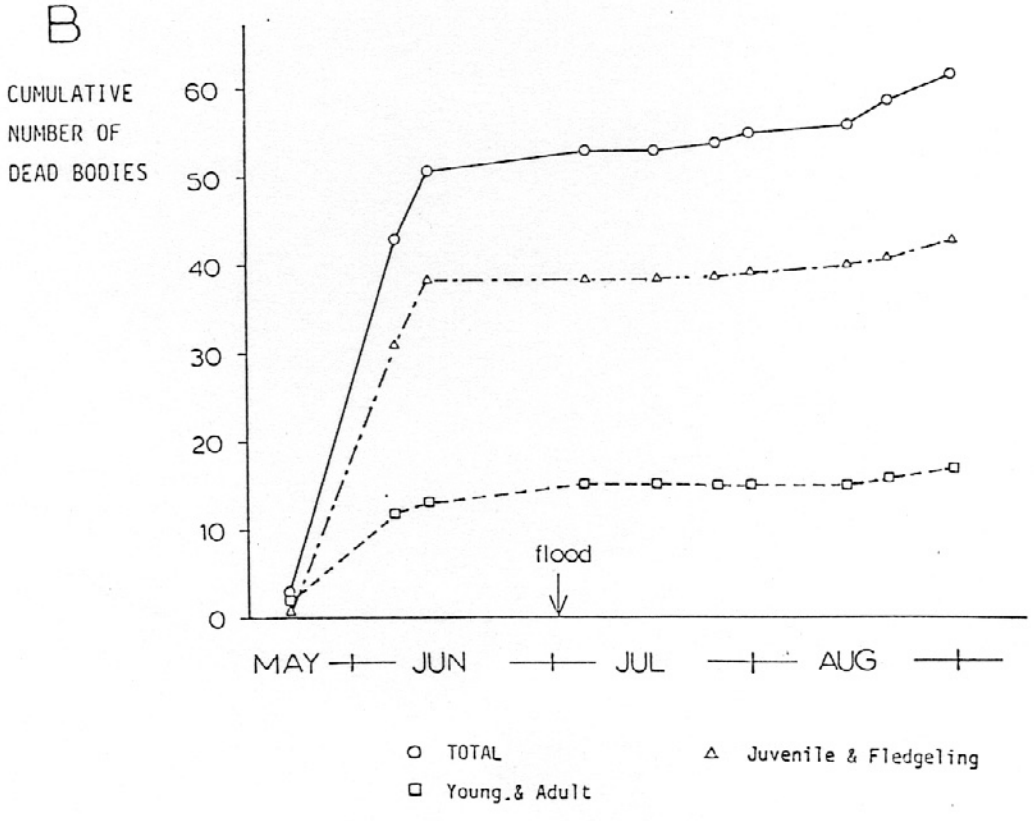
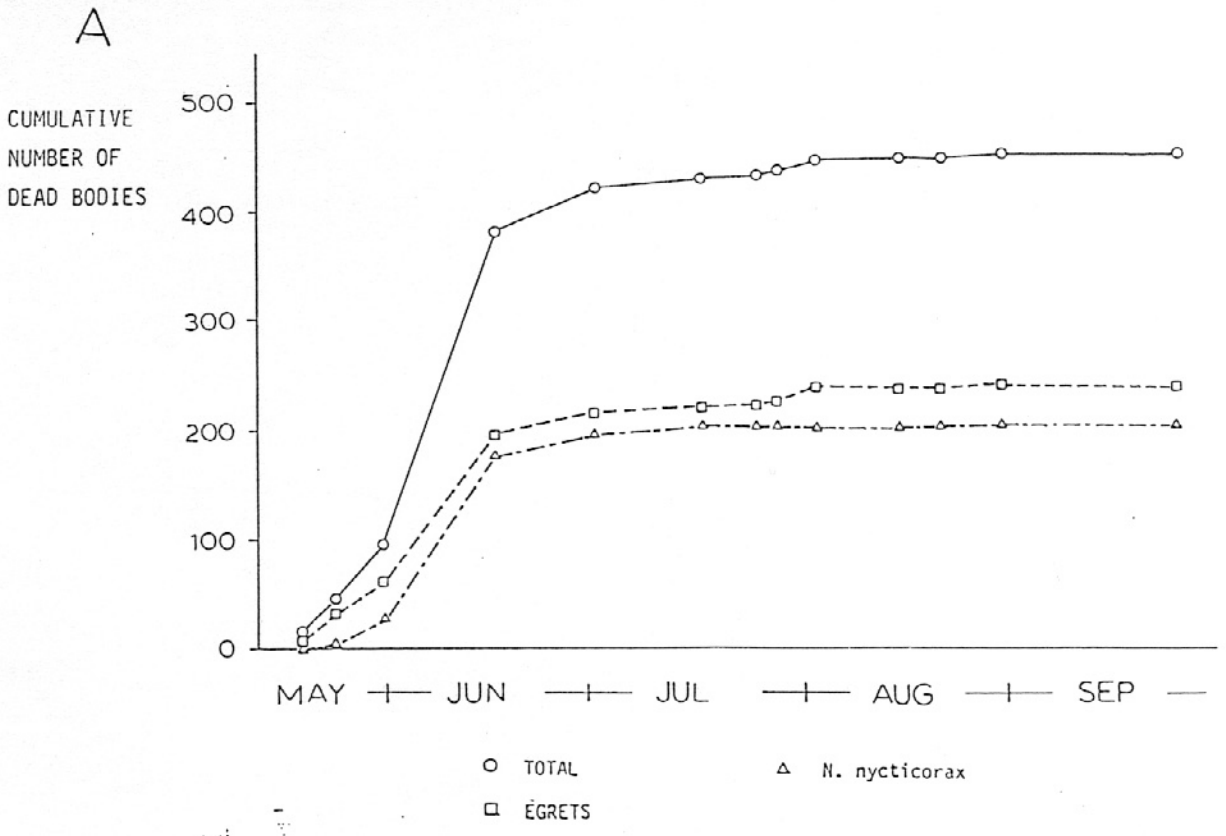


Fig. 3-7. Cumulative number of dead bodies at KUROGO colony.



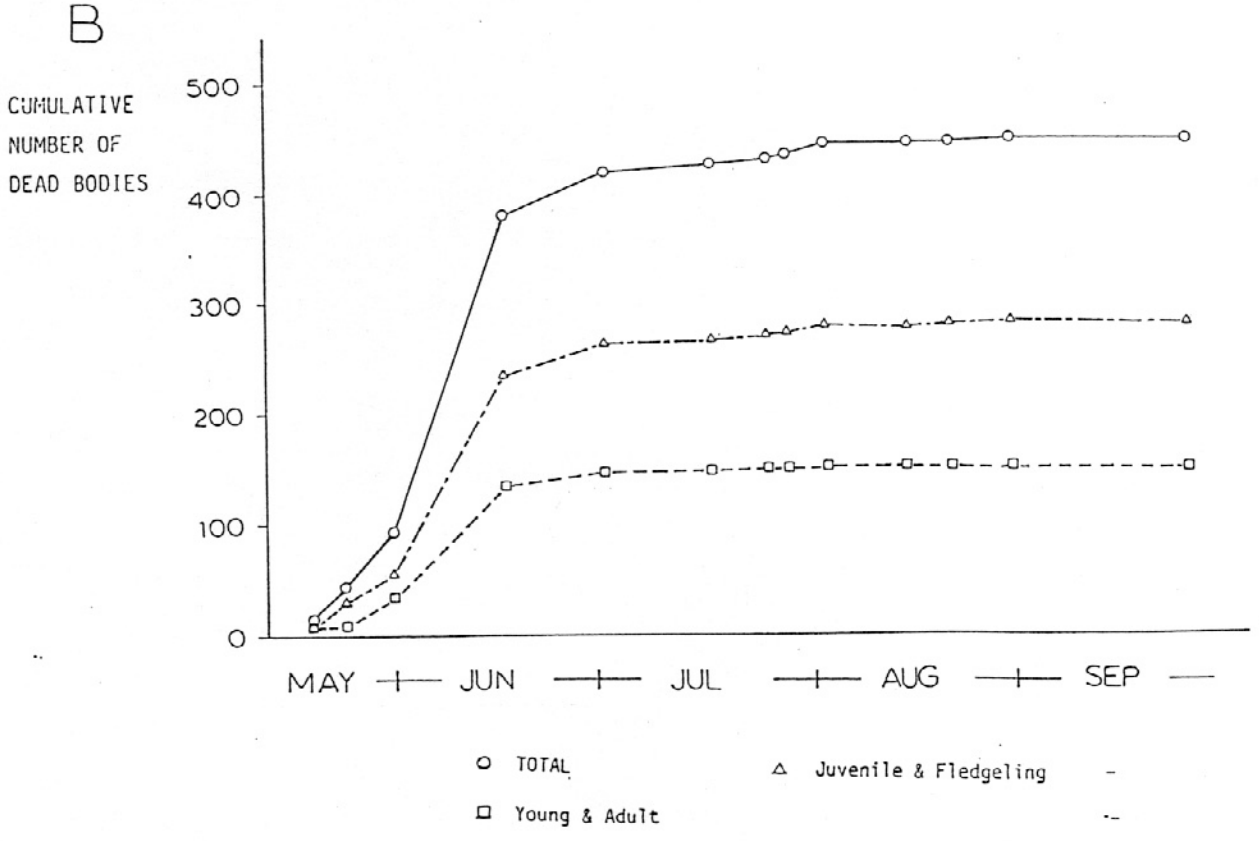


Fig. 3-8. Cumulative number of dead bodies at SANUMA colony.

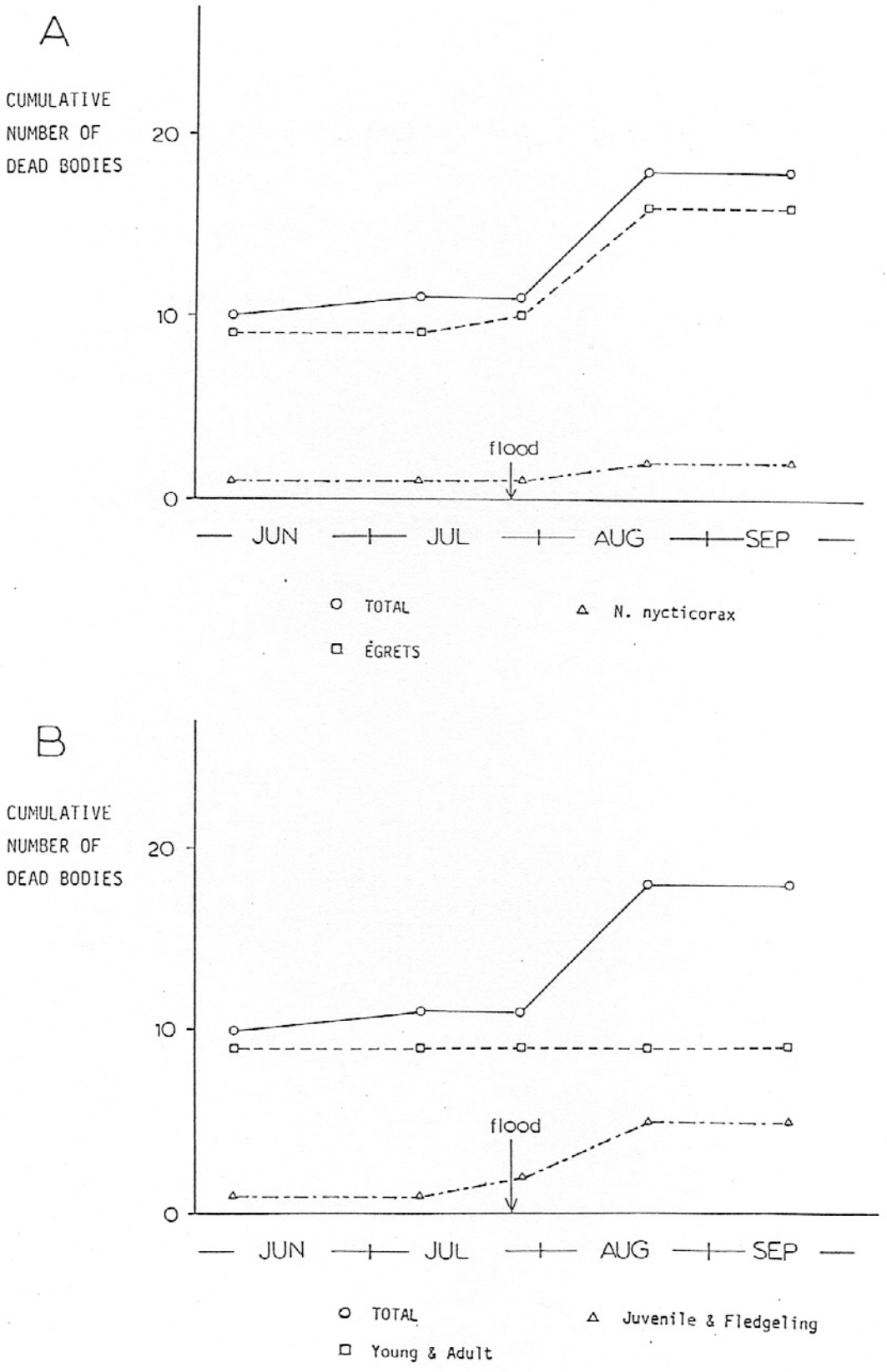


Fig. 3-9. Cumulative number of dead bodies at OHSAKI colony.

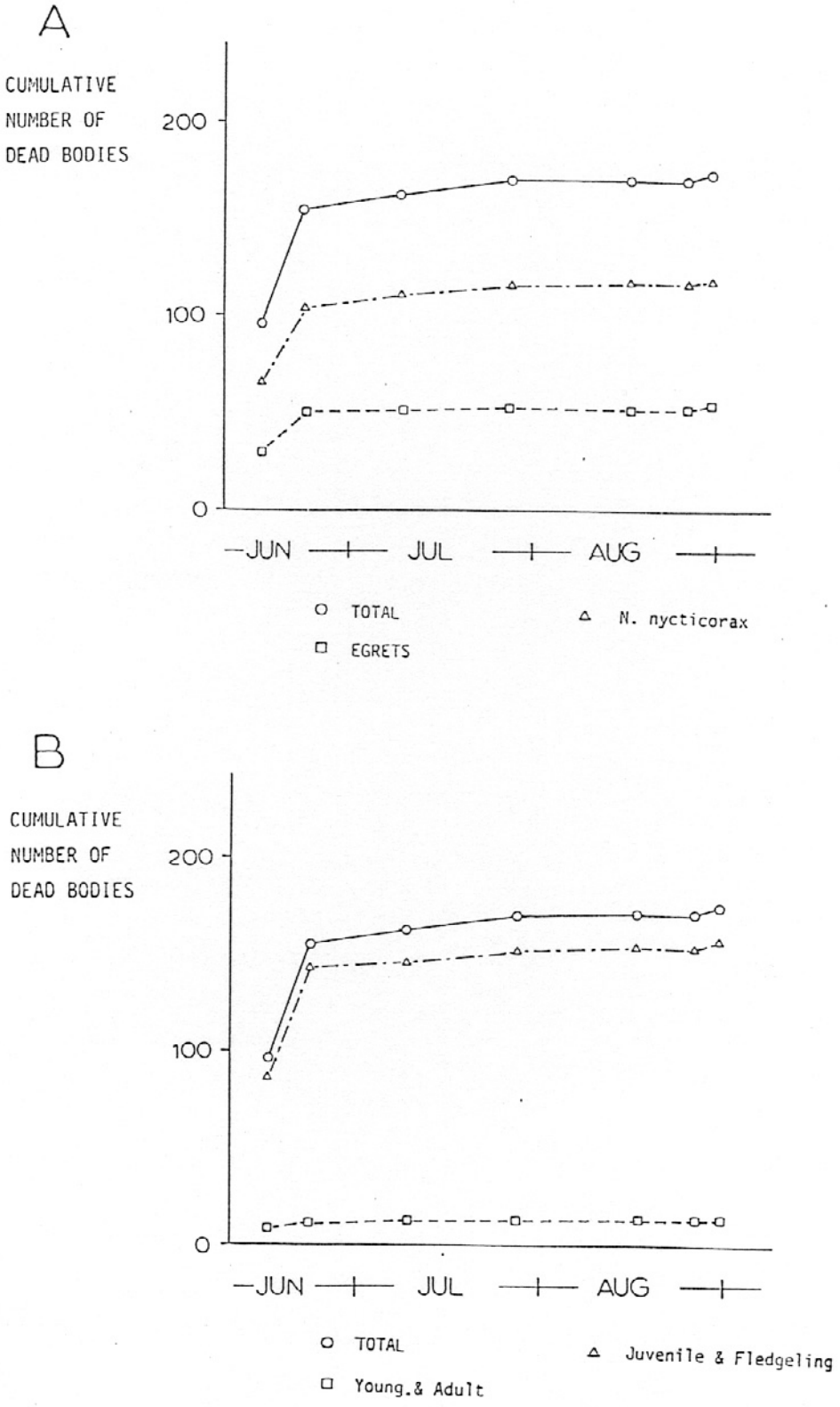
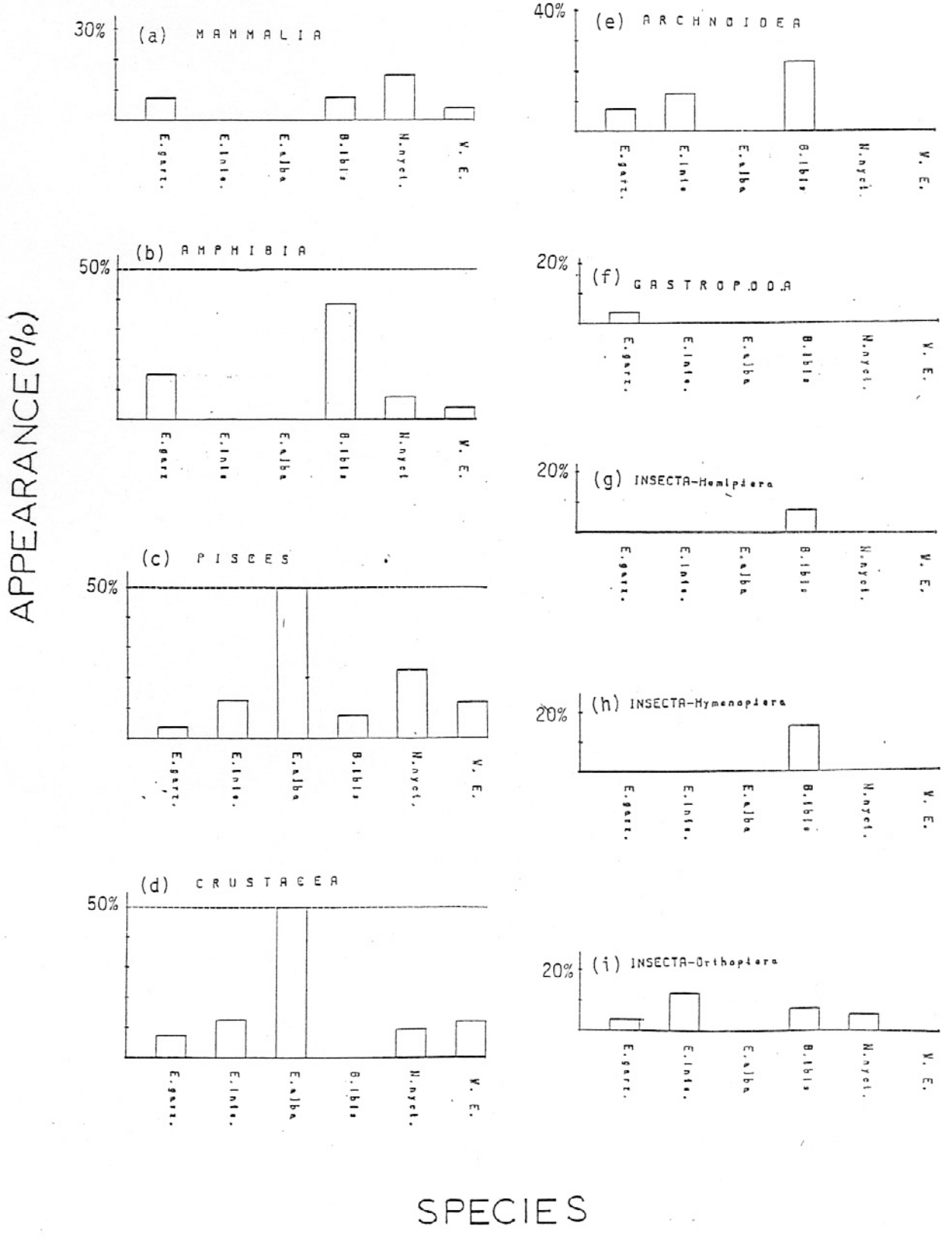
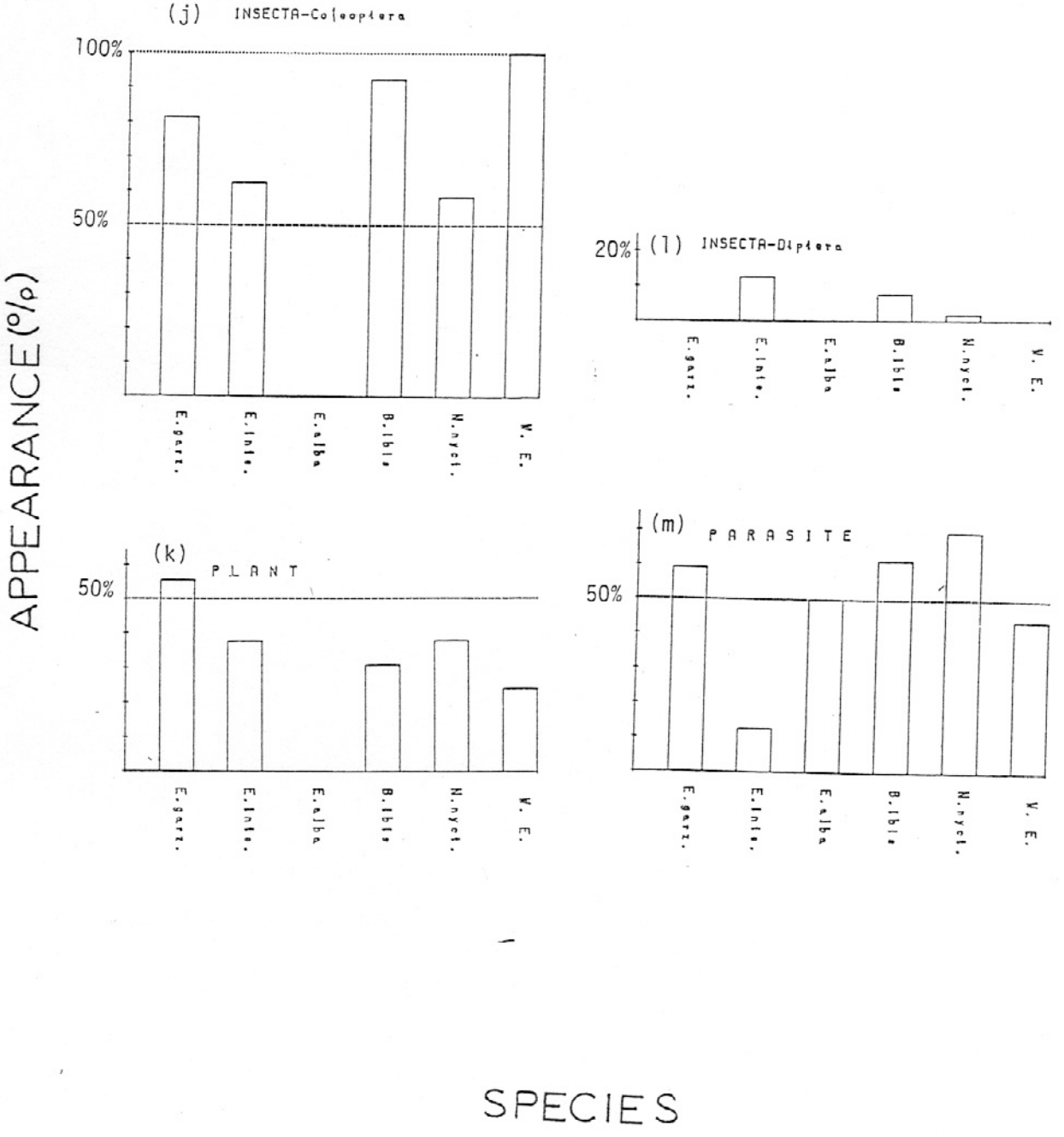


Fig.3-10. Cumulative number of dead bodies at AKATSUKA colony.

Fig. 4-1. Appearance of each food group((a)-(m)) of each bird species.


APPEARANCE(%)
30%
(a) MAMMALIA
50%
(b) AMPHIBIA
50%
(c) PISCES
50%
(d) CRUSTACEA
40%
(e) ARCHNOIDEA
20%
(f) GASTROPODA
20%
(g) INSECTA-Hemipiera
20%
(h) INSECTA-Hymenopiera
20%
(i) INSECTA-Orthopiera
E.garz.
E.inte.
E.alba
B.ibis
N.nyct.
W. E.
SPECIES


(j) INSECTA-Coleoptera
100%
50%
E.garz.
E.inte.
E.alba
B.ibis
N.nyct.
W. E.
(l) INSECTA-Diptera
20%
E.garz.
E.inte.
E.alba
B.ibis
N.nyct.
W. E.
(k) PLANT
50%
E.garz.
E.inte.
E.alba
B.ibis
N.nyct.
W. E.
(m) PARASITE
50%
E.garz.
E.inte.
E.alba
B.ibis
N.nyct.
W. E.
APPEARANCE(%)
SPECIES

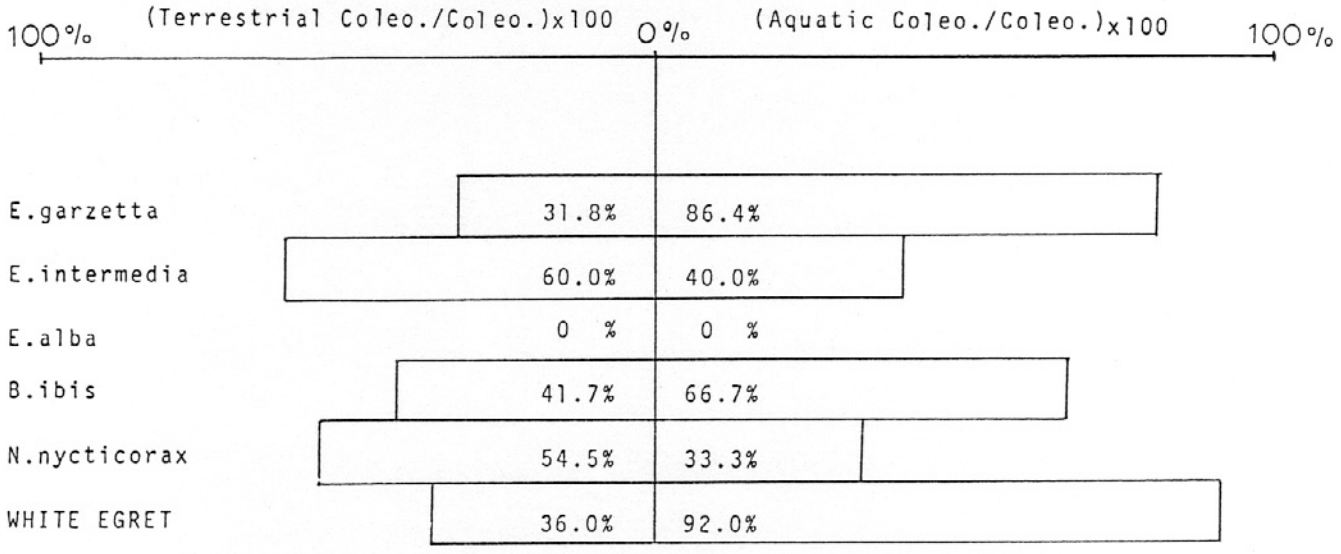
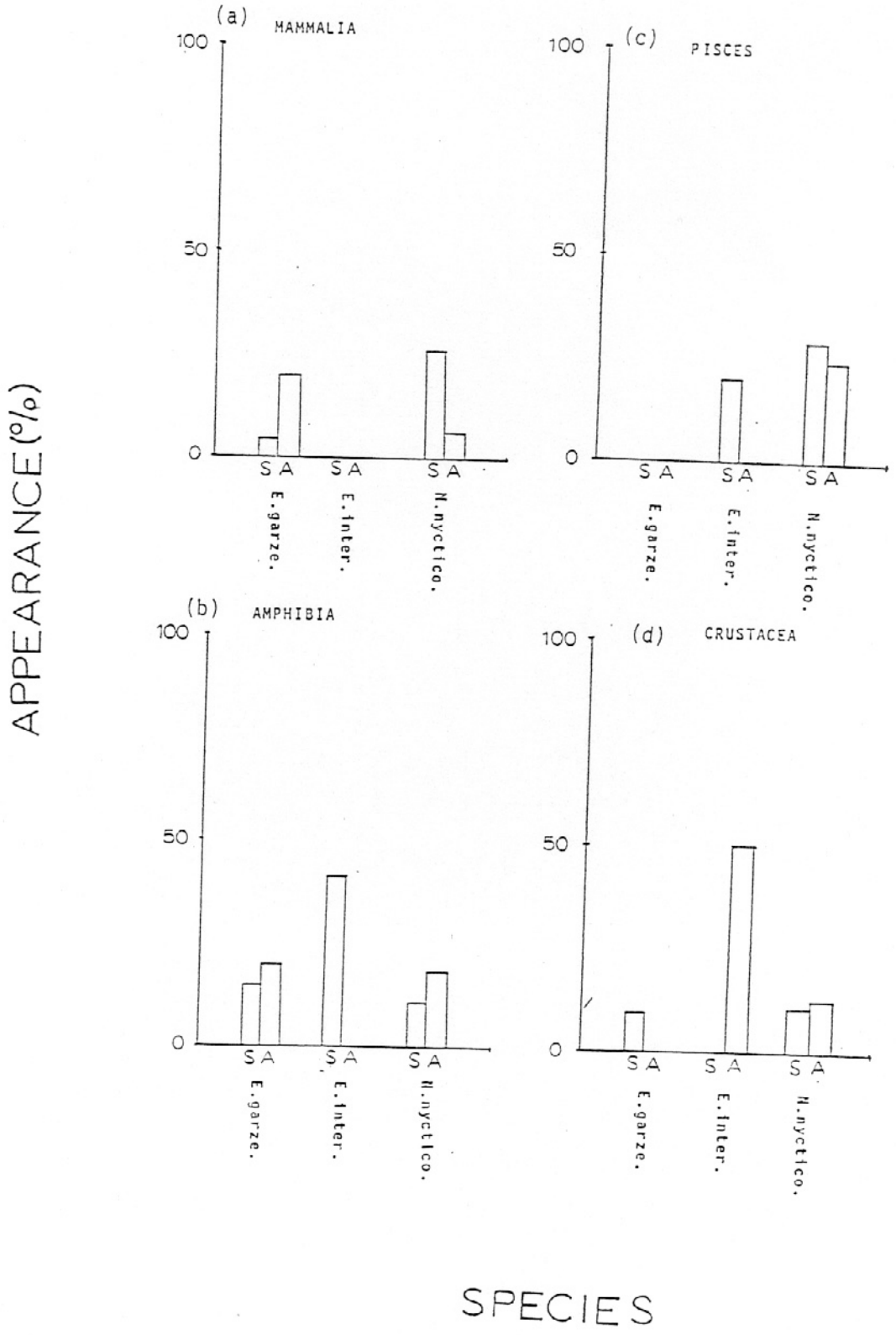
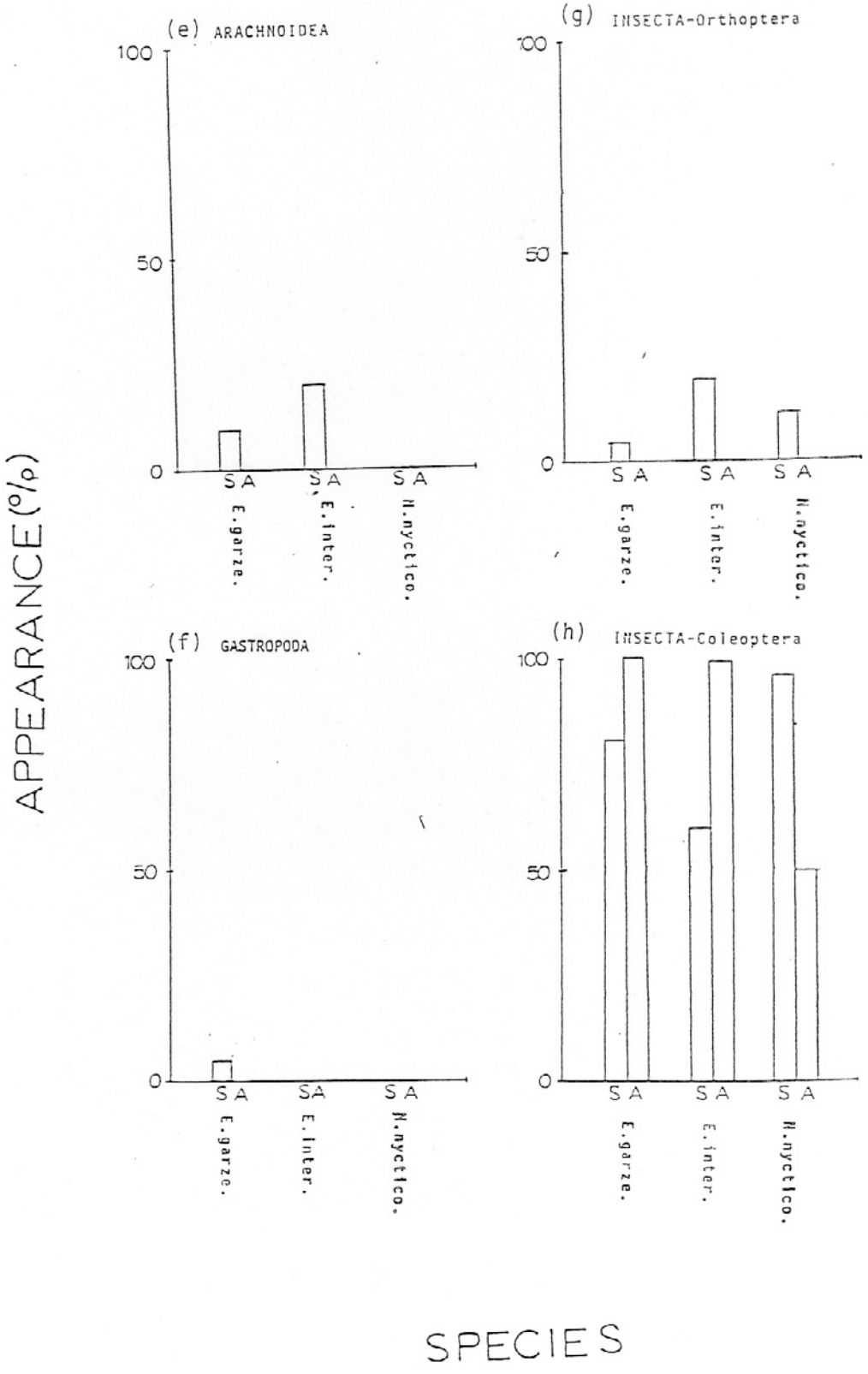


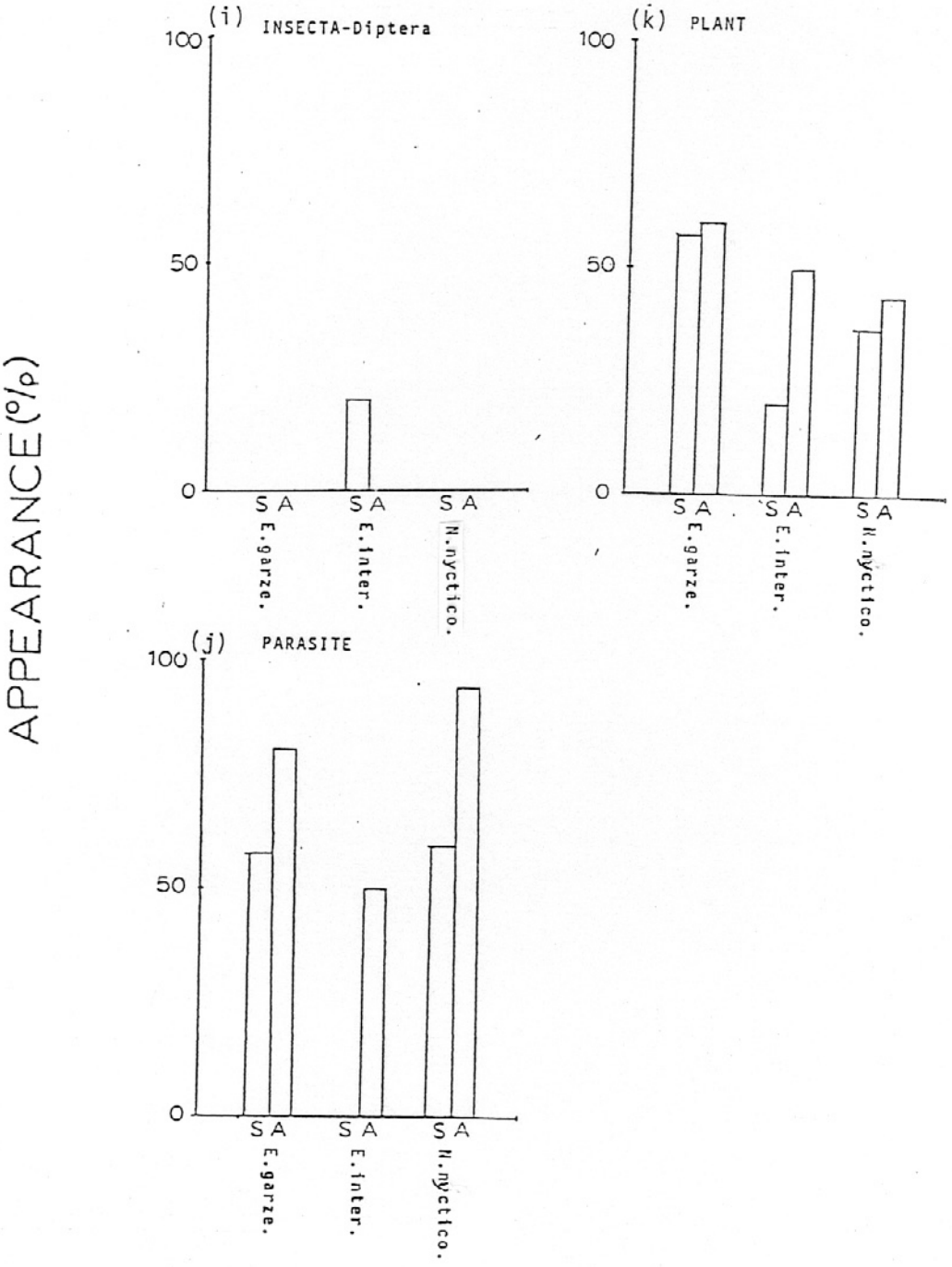
Fig. 4-2. Comparison of appearance between terrestrial and aquatic coleptera.

Fig. 4-3. Appearance of each food group((a)-(k)) of three bird species at SANUMA and AKATSUKA. colony.

S; SANUMA , A; AKATSUKA


(a) MAMMALIA
(b) AMPHIBIA
(c) PISCES
(d) CRUSTACEA
100
50
0
S A
E.garze.
E.inter.
N.nyctico.
APPEARANCE(%)
SPECIES


(e) ARACHNOIDEA
(g) INSECTA-Orthoptera
(f) GASTROPODA
(h) INSECTA-Coleoptera
100
50
0
S A
E.garze.
E.inter.
N.nyctico.
APPEARANCE(%)
SPECIES


(i) INSECTA-Diptera
(k) PLANT
(j) PARASITE
100
50
0
S A
E.garze.
E.inter.
N.nyctico.
APPEARANCE(%)
SPECIES

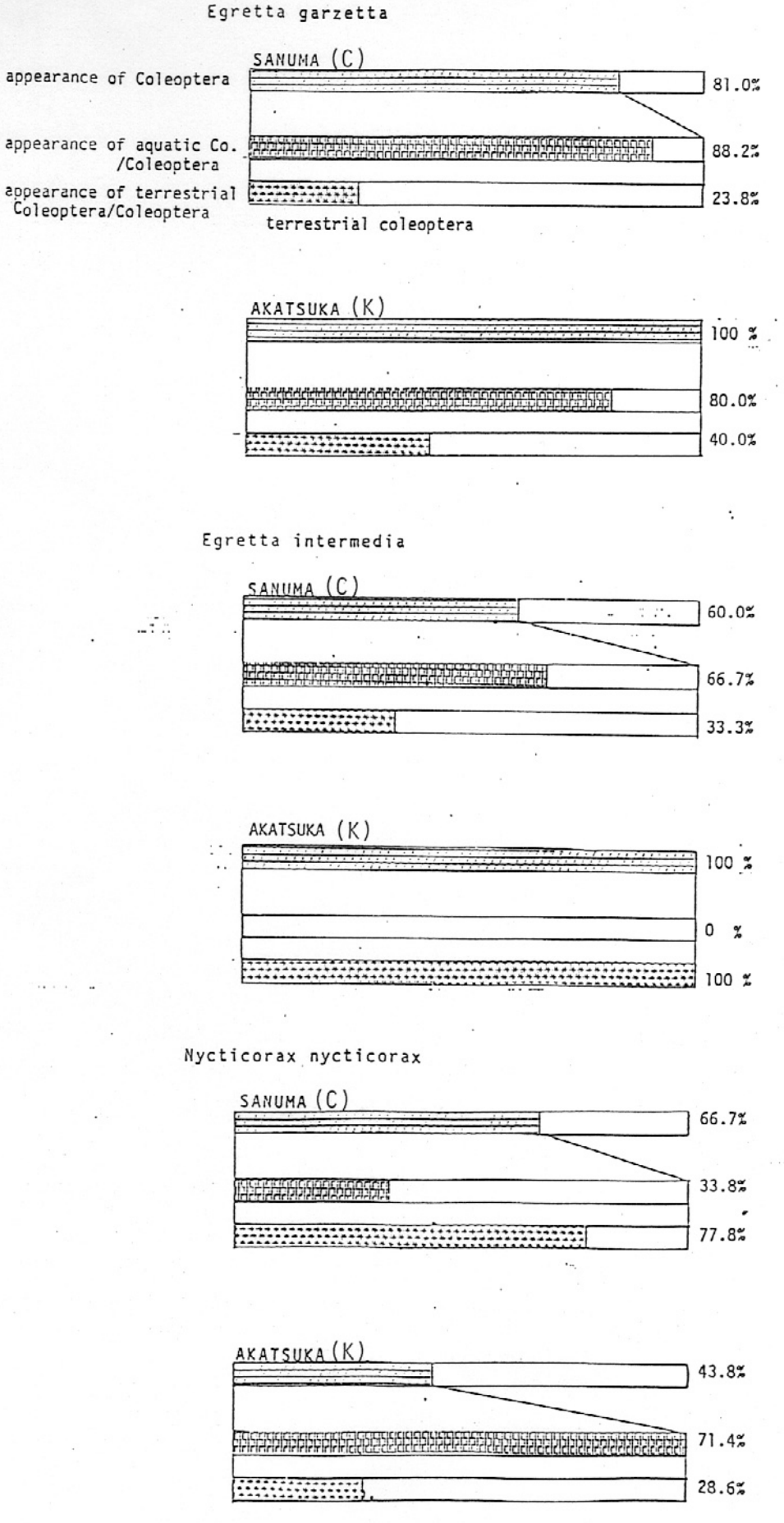


Fig. 4-4. Appearance of aquatic and terrestrial Coleoptera at SANUMA(C) and AKATSUKA(k) colony.

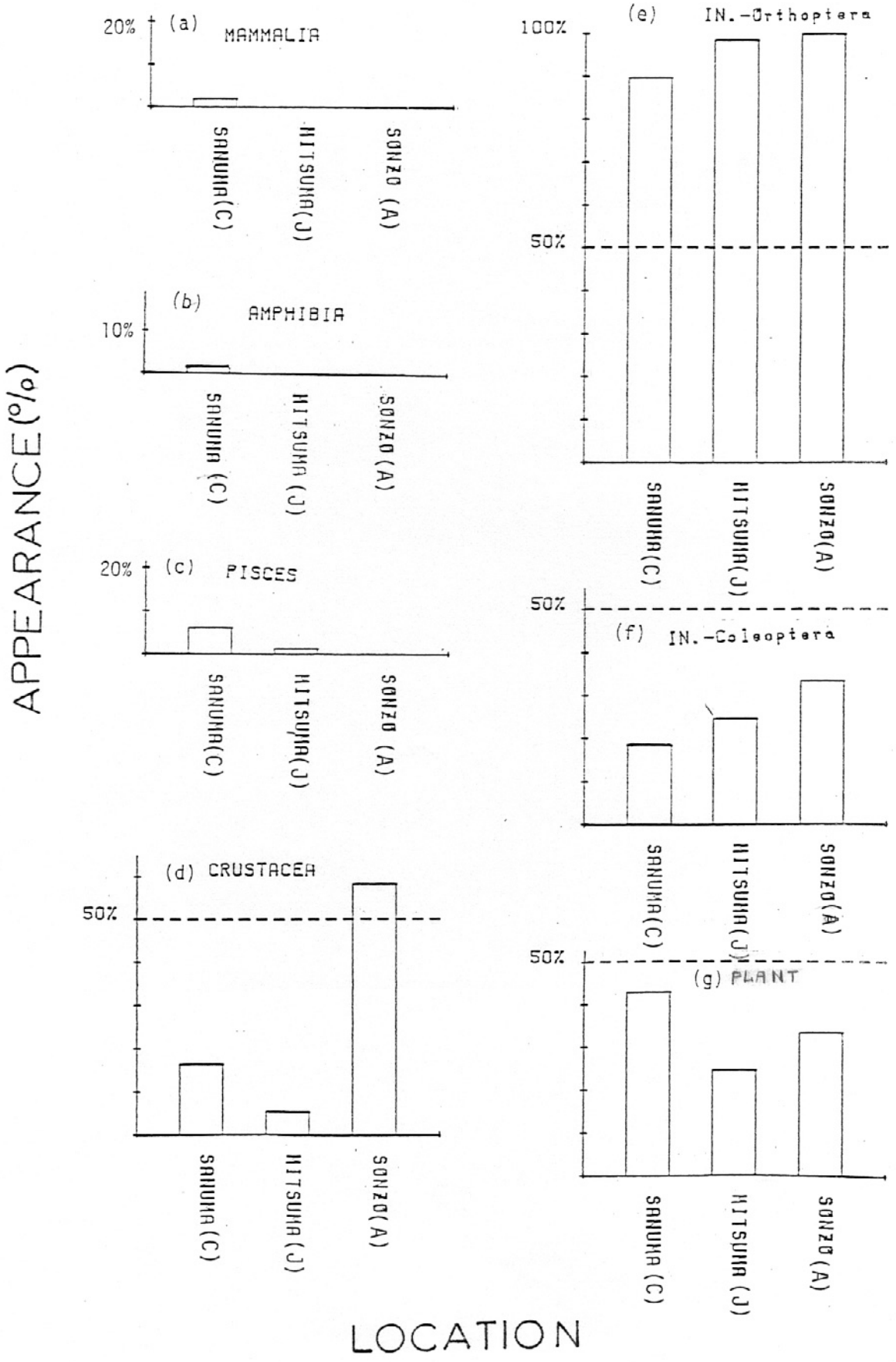


Fig. 4-5. Appearance of each food group((a)-(g)) from pellets at three location.

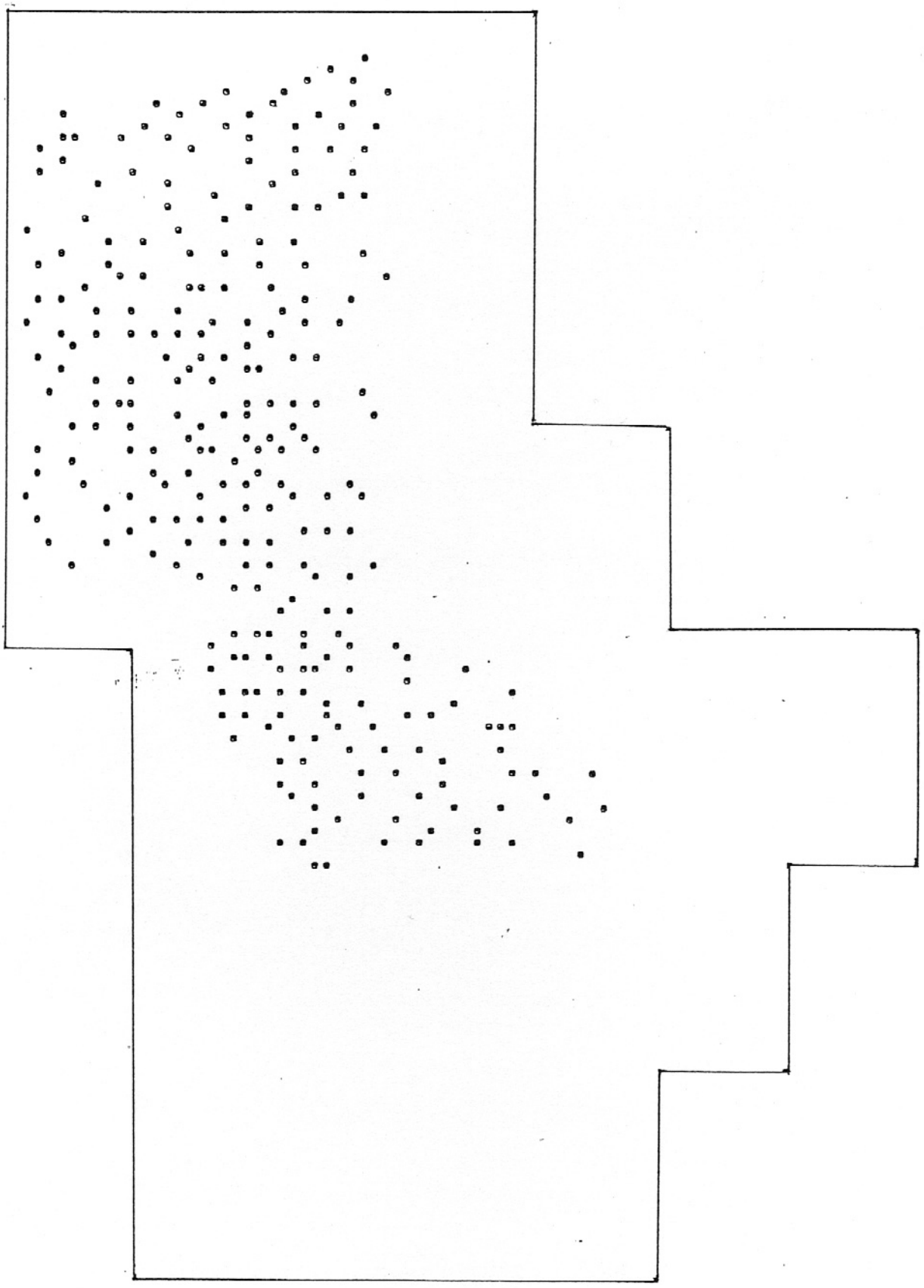


Fig. 5-1. Distribution of potential feeding patches during Aug.- Oct.

Fig. 5-2. Distribution of egrets observed during Aug.- Oct.

Density(n) = No. egrets observed / patch / observation

⊖ ; 50 n

⊖ ; 2 n 50

⊖ ; 1 n 2

⊖ ; 0 n 1

+ ; n = 0

⊖ ; Data not available

◆ ; Colony or roost

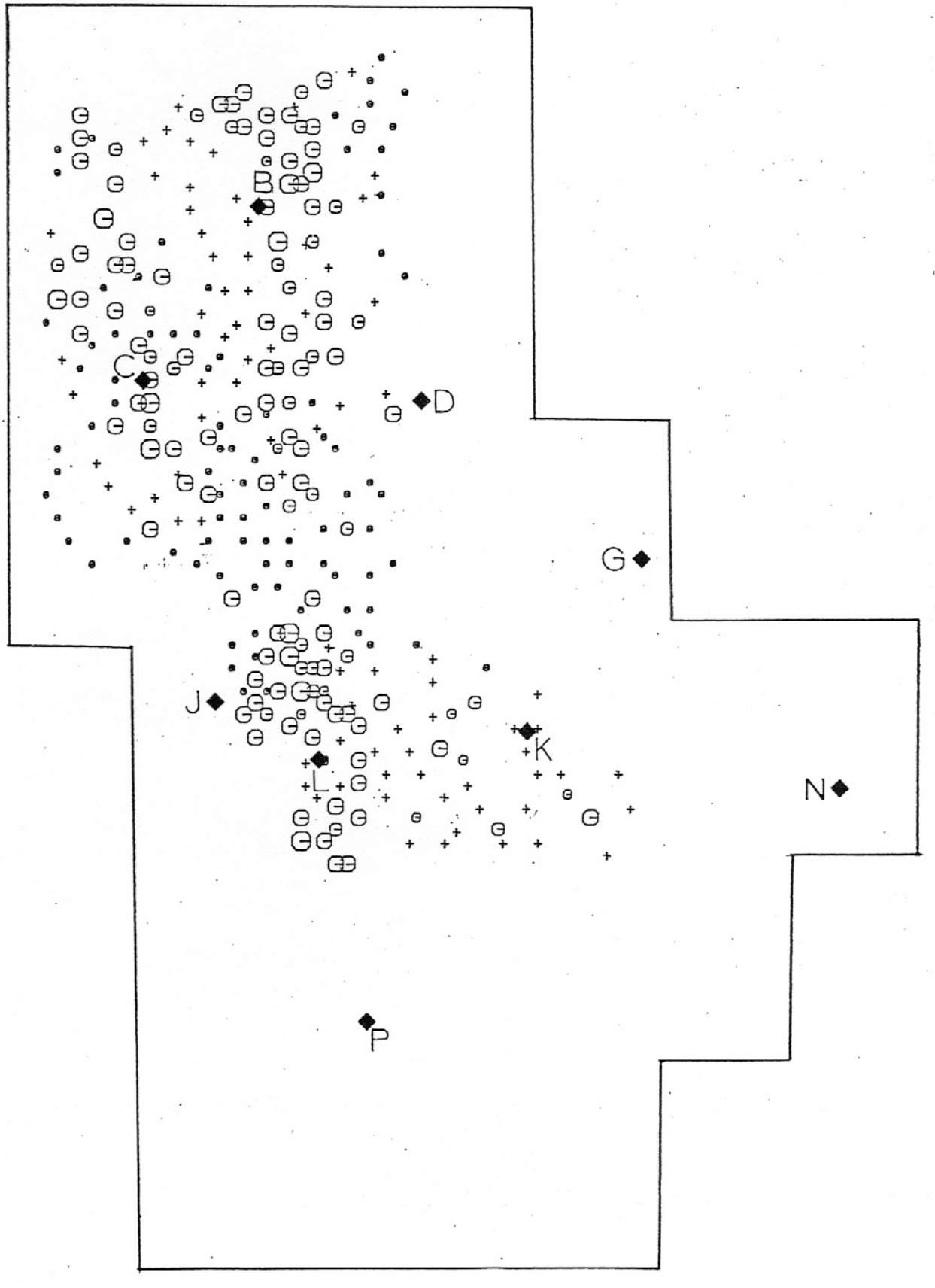

B
C
D
G
J
K
L
N
P

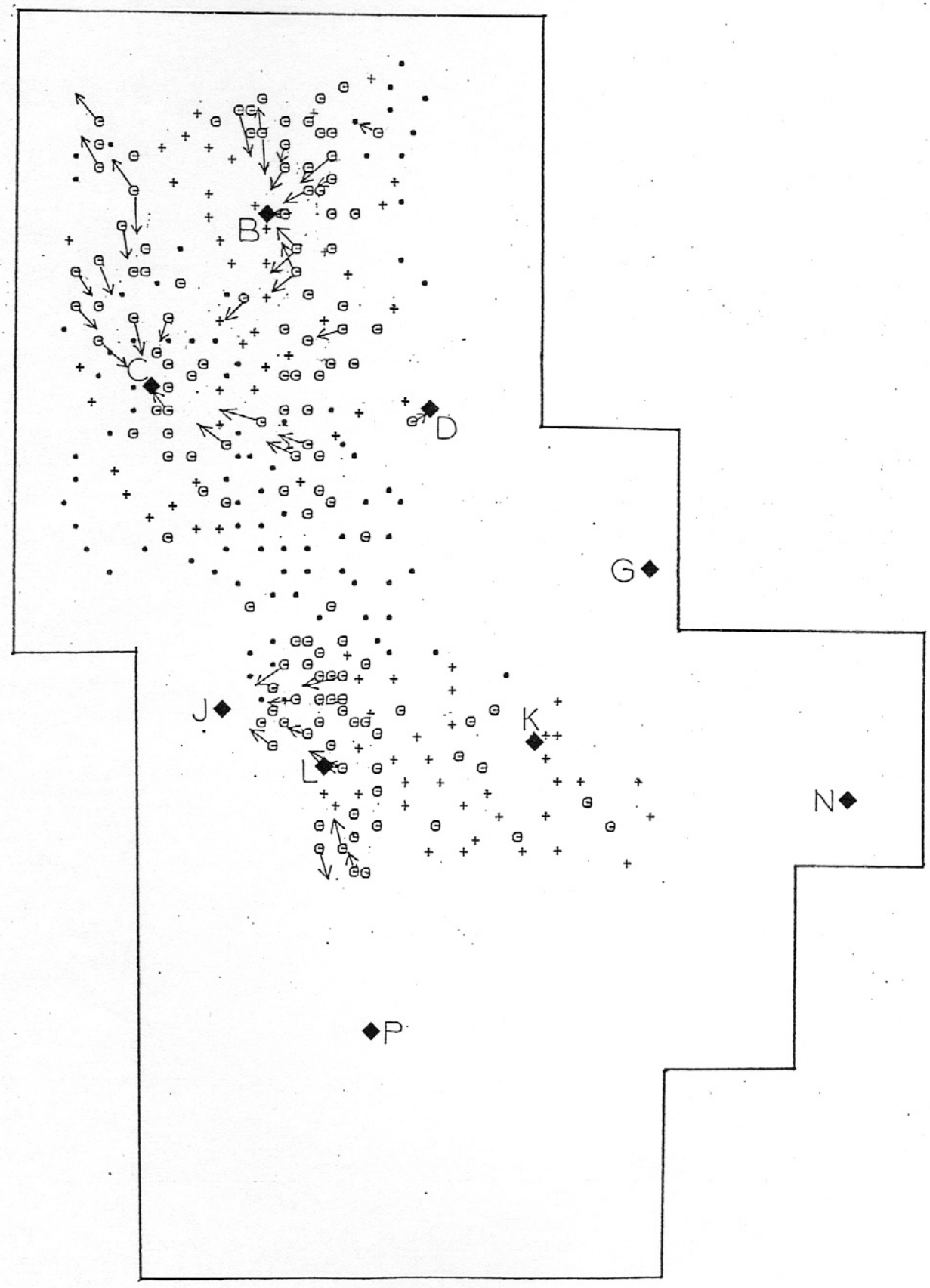
Fig. 5-3. Direction of flights for roosting during Aug.- Oct.

⊖ ; Foraging observed

÷ ; No foraging observed

∘ ; Data not available

◆ ; Colony or roost


B
C
D
G
J
K
L
N
P

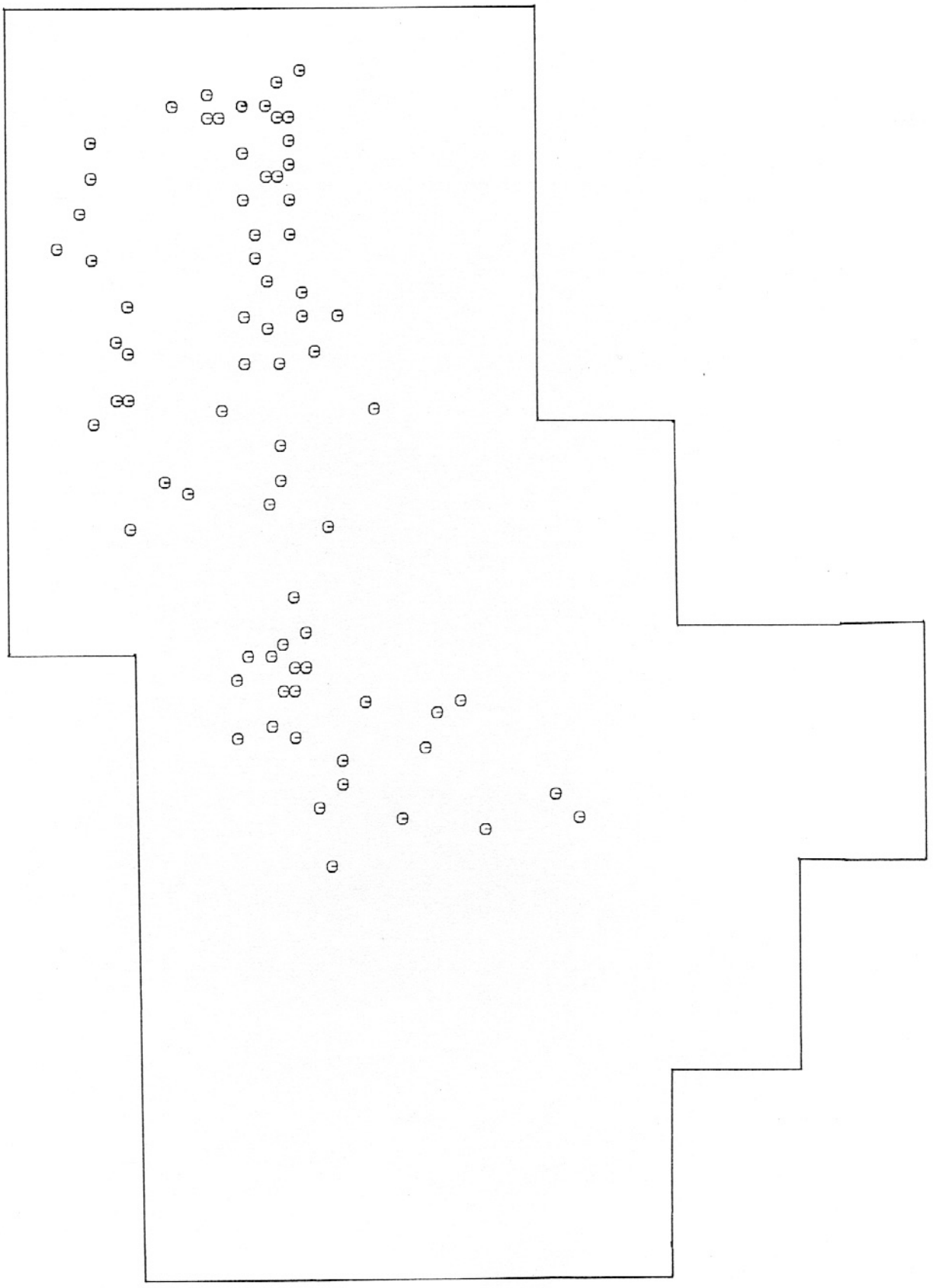


Fig. 5-4. Distribution of *E. garzetta* during Aug.- Oct.

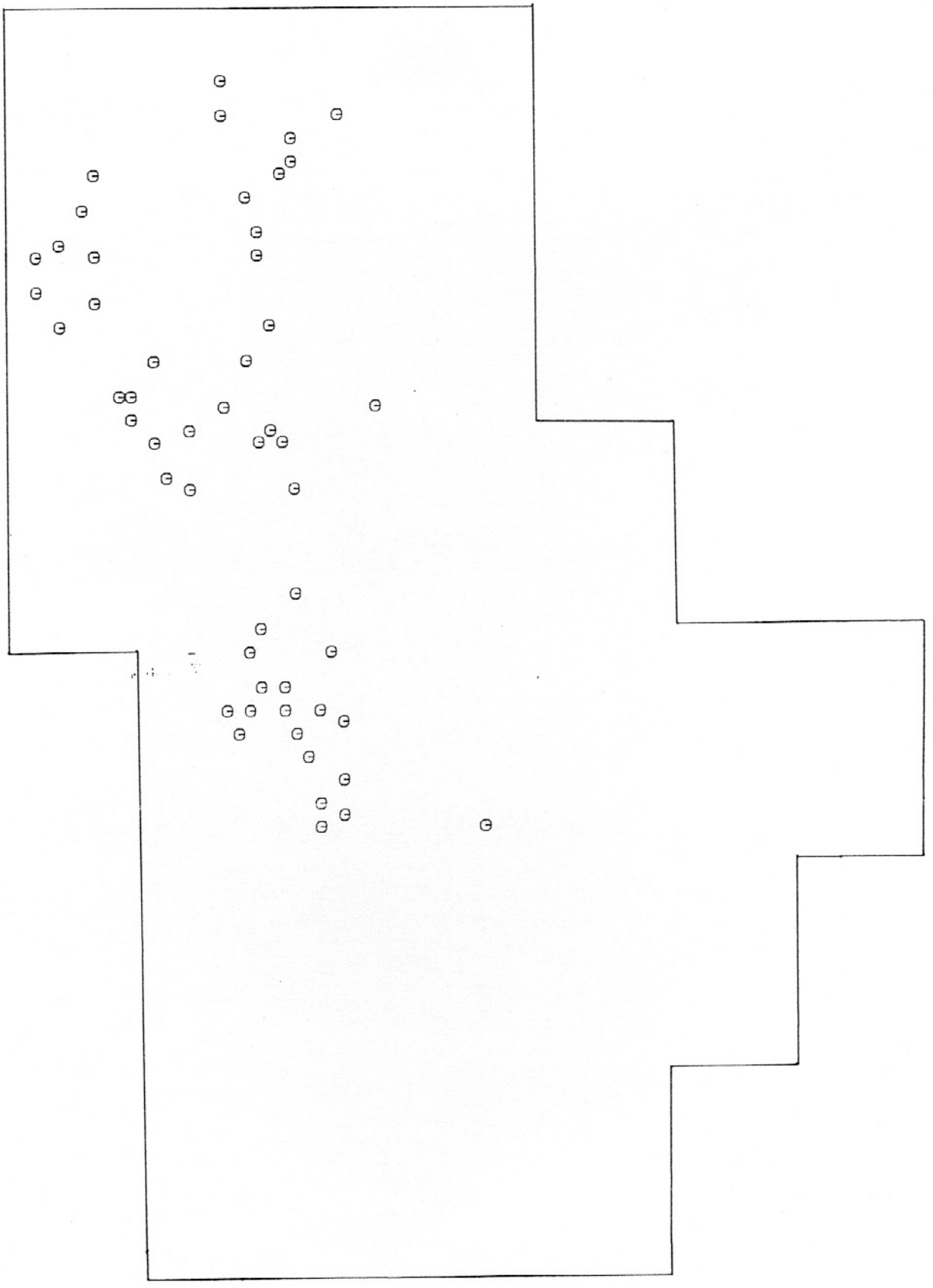


Fig. 5-5. Distribution of E. intermedia during Aug.- Oct.

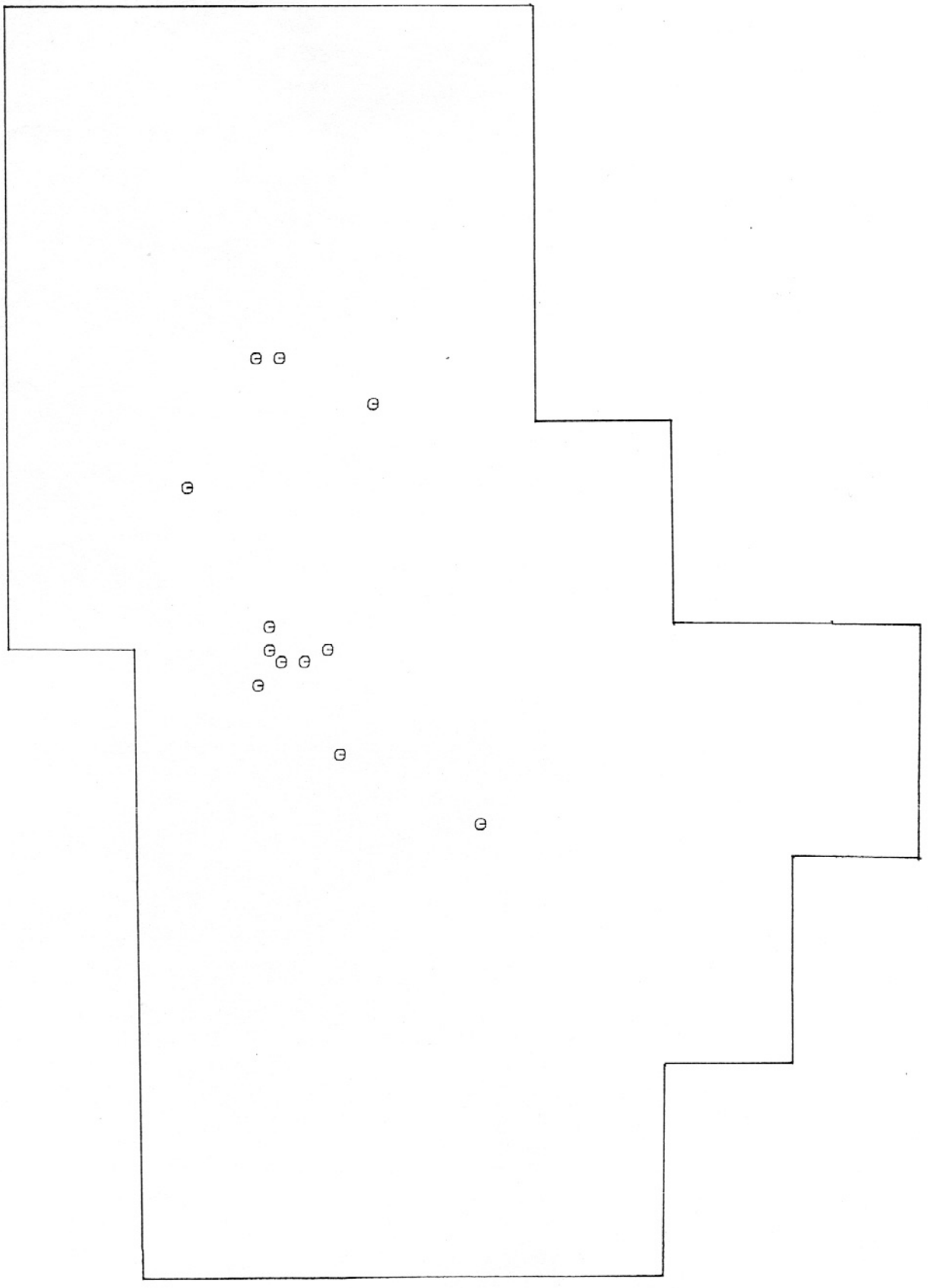


Fig. 5-6. Distribution of E. alba during Aug.- Oct.

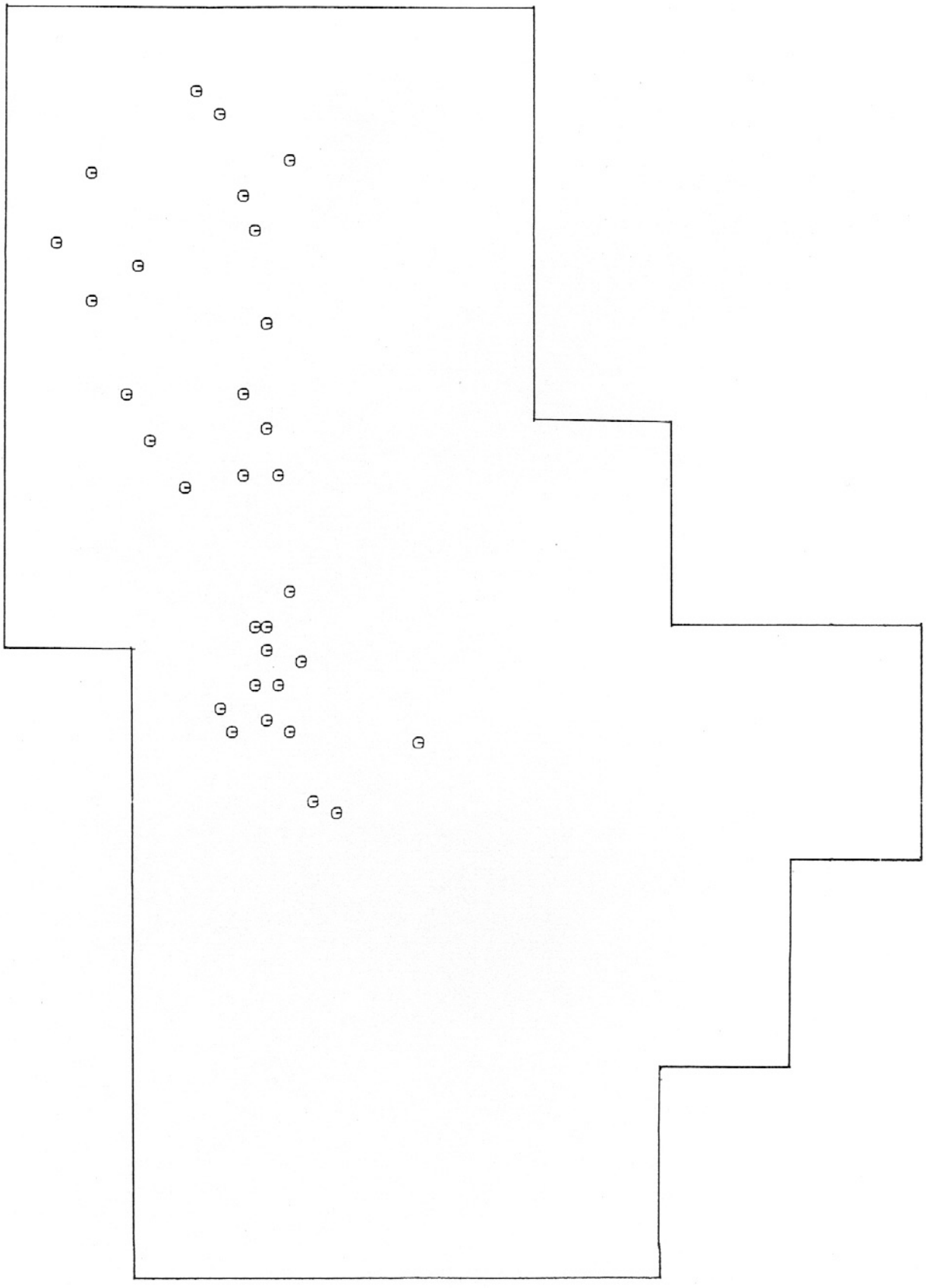


Fig. 5-7. Distribution of B. ibis during Aug.- Oct.

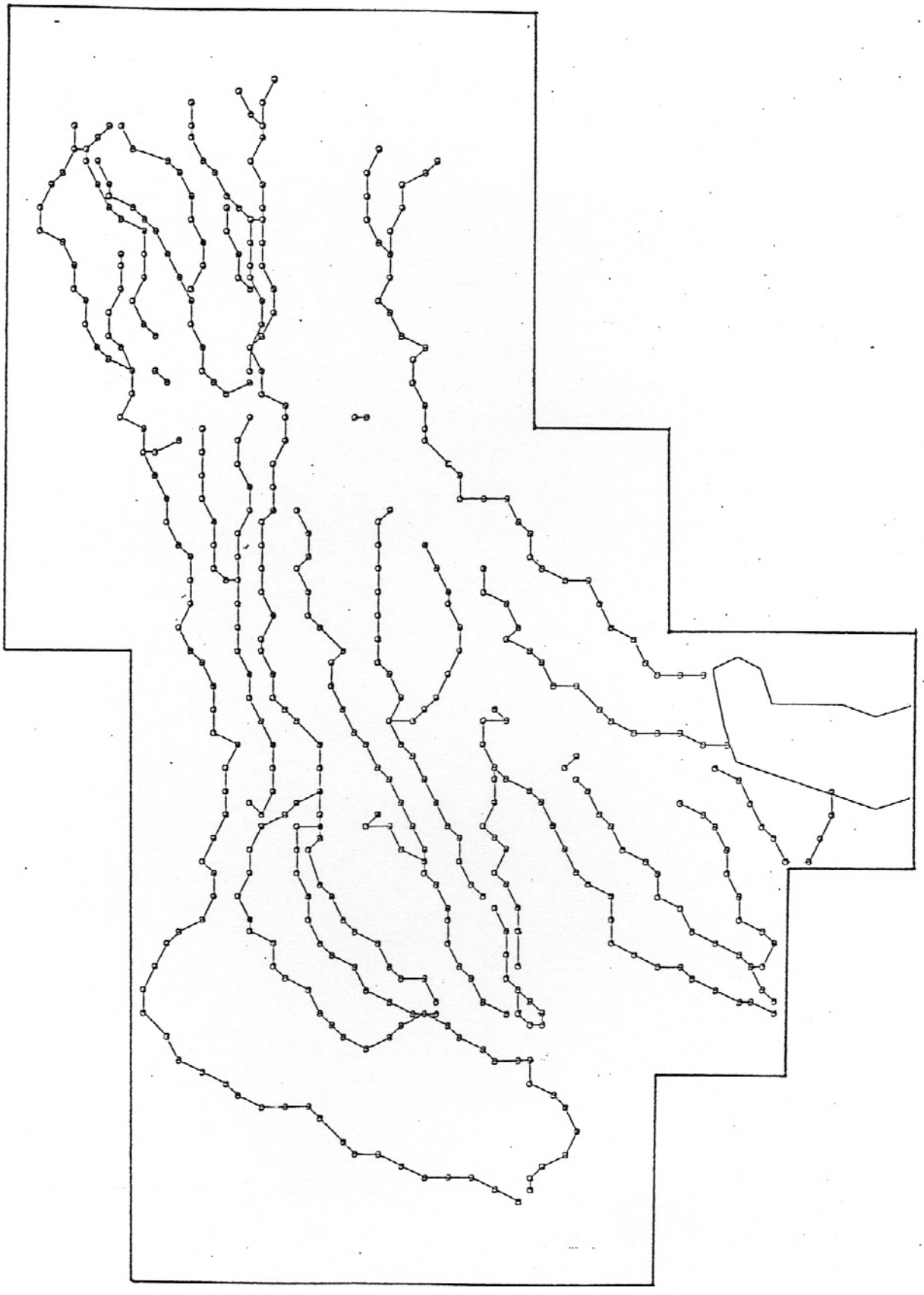


Fig. 5-8. Distribution of potential feeding patches during Oct.- Dec.

Fig. 5-9. Distribution of egrets observed during Oct.- Dec.

Density(n) = No. egrets observed / patch / observation

⊖ ; 2 n

⊖ ; 1 n 2

⊖ ; 0 n 1

÷ ; n = 0

◍ ; Data not available

◆ ; Roost

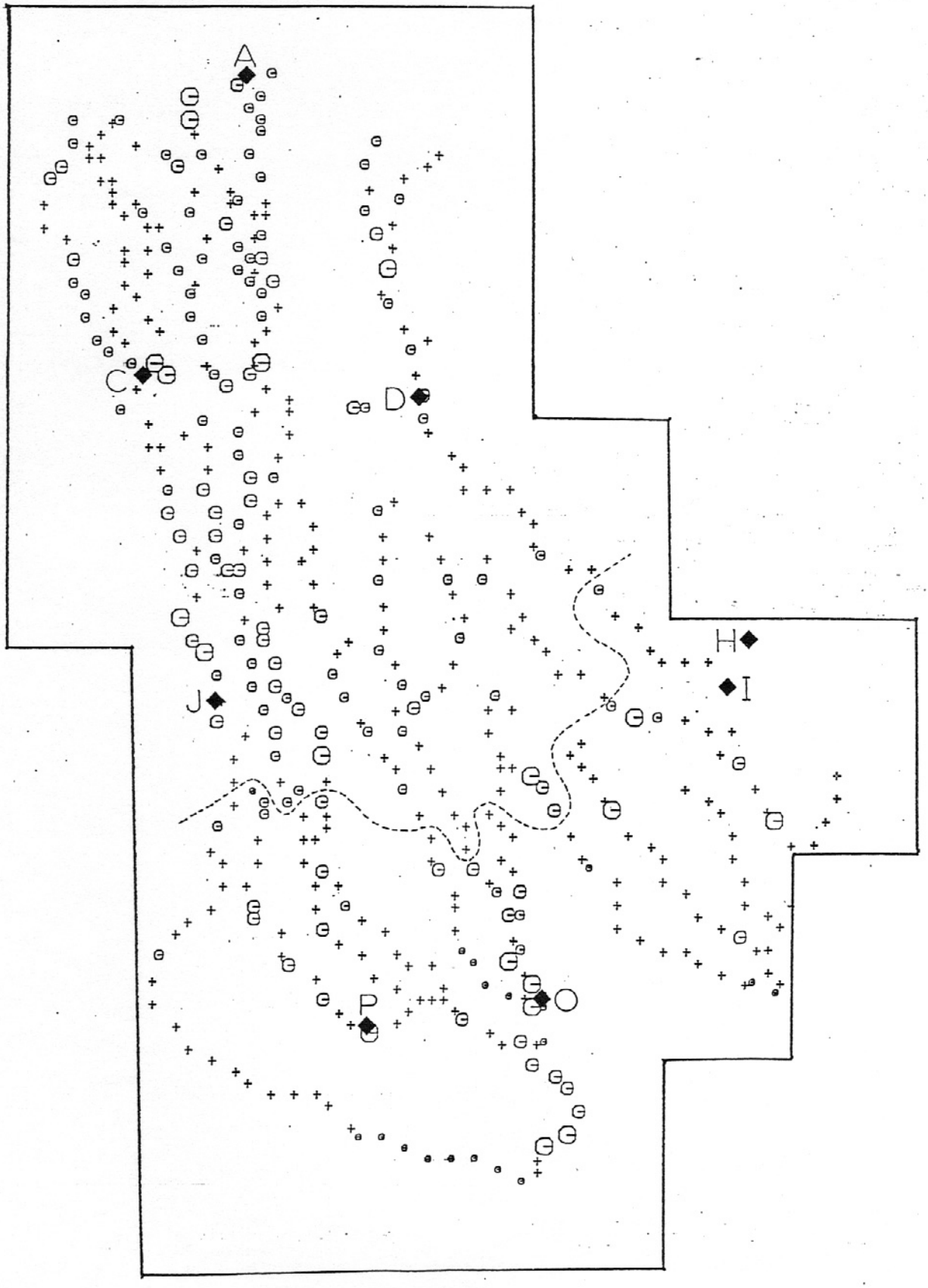

A
C
D
H
I
J
P
O

Fig.5-10. Cumulative number and proportion of used patches to potential ones during Aug.- Oct.

(A) ; SONZO , (C) ; SANUMA , (J) ; MITSUMA

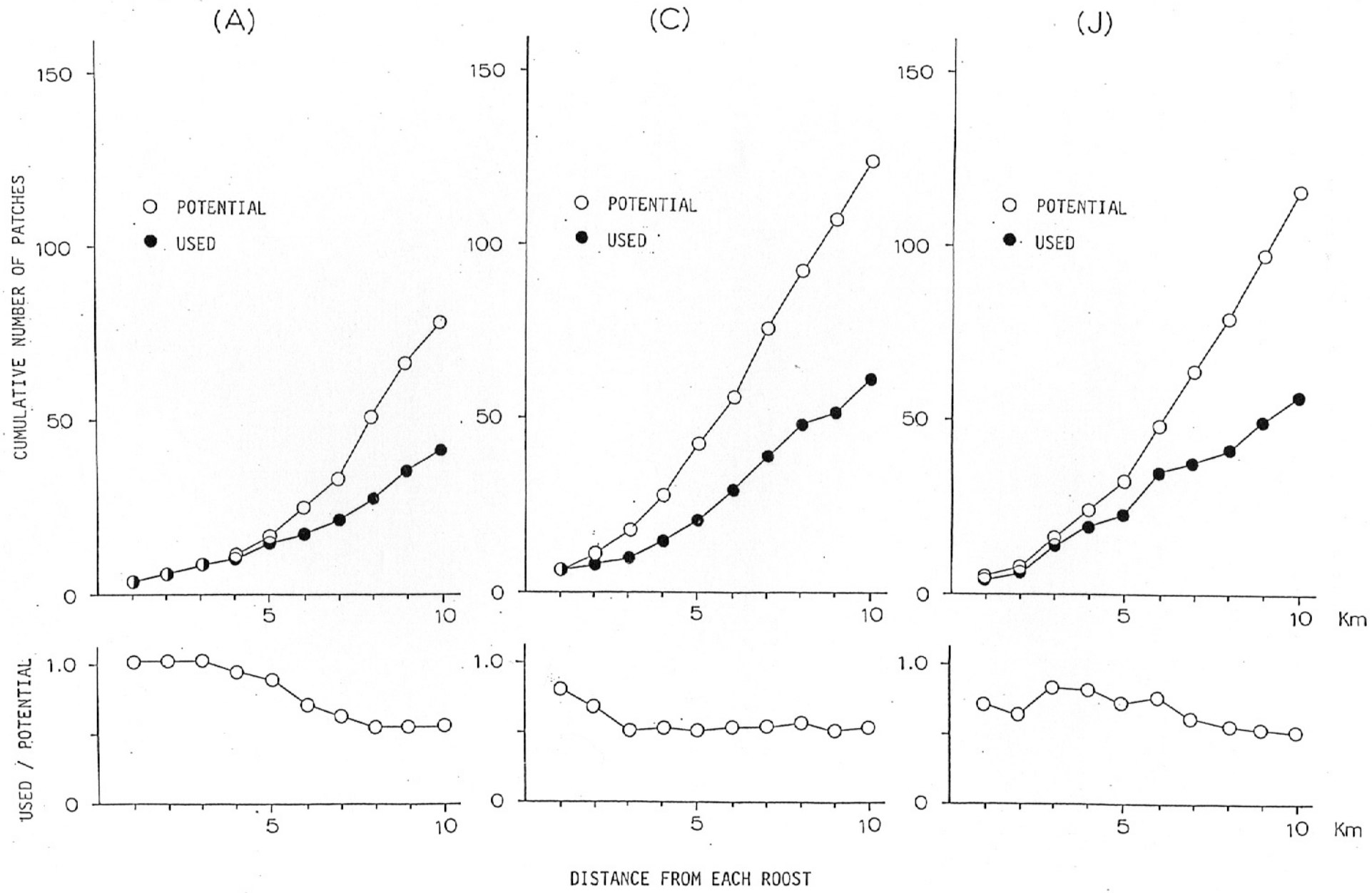

(A)
(C)
(J)
CUMULATIVE NUMBER OF PATCHES
POTENTIAL
USED
150
100
50
0
5
10
Km
USED / POTENTIAL
1.0
DISTANCE FROM EACH ROOST

Fig. 5-11. Cumulative number and proportion of used patches to potential ones during Oct.- Dec.

(A) ; SONZO , (C) ; SANUMA , (J) ; MITSUMA

◇ ; North , □ ; East , △ ; South , ⬡ ; West

The large one is potential and the small one is used.

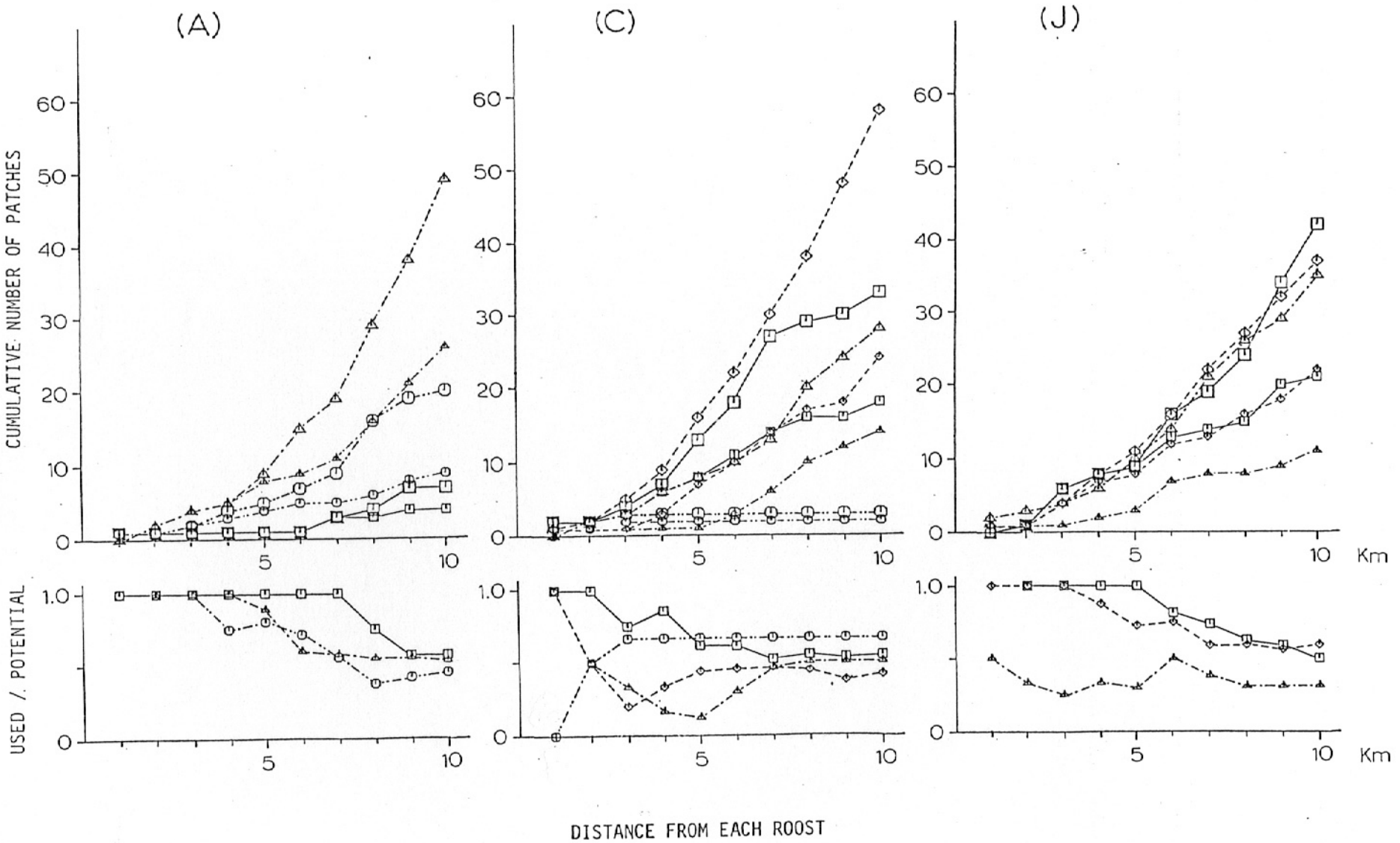

(A)
(C)
(J)
CUMULATIVE NUMBER OF PATCHES
USED / POTENTIAL
0
10
20
30
40
50
60
1.0
5
10
Km
DISTANCE FROM EACH ROOST

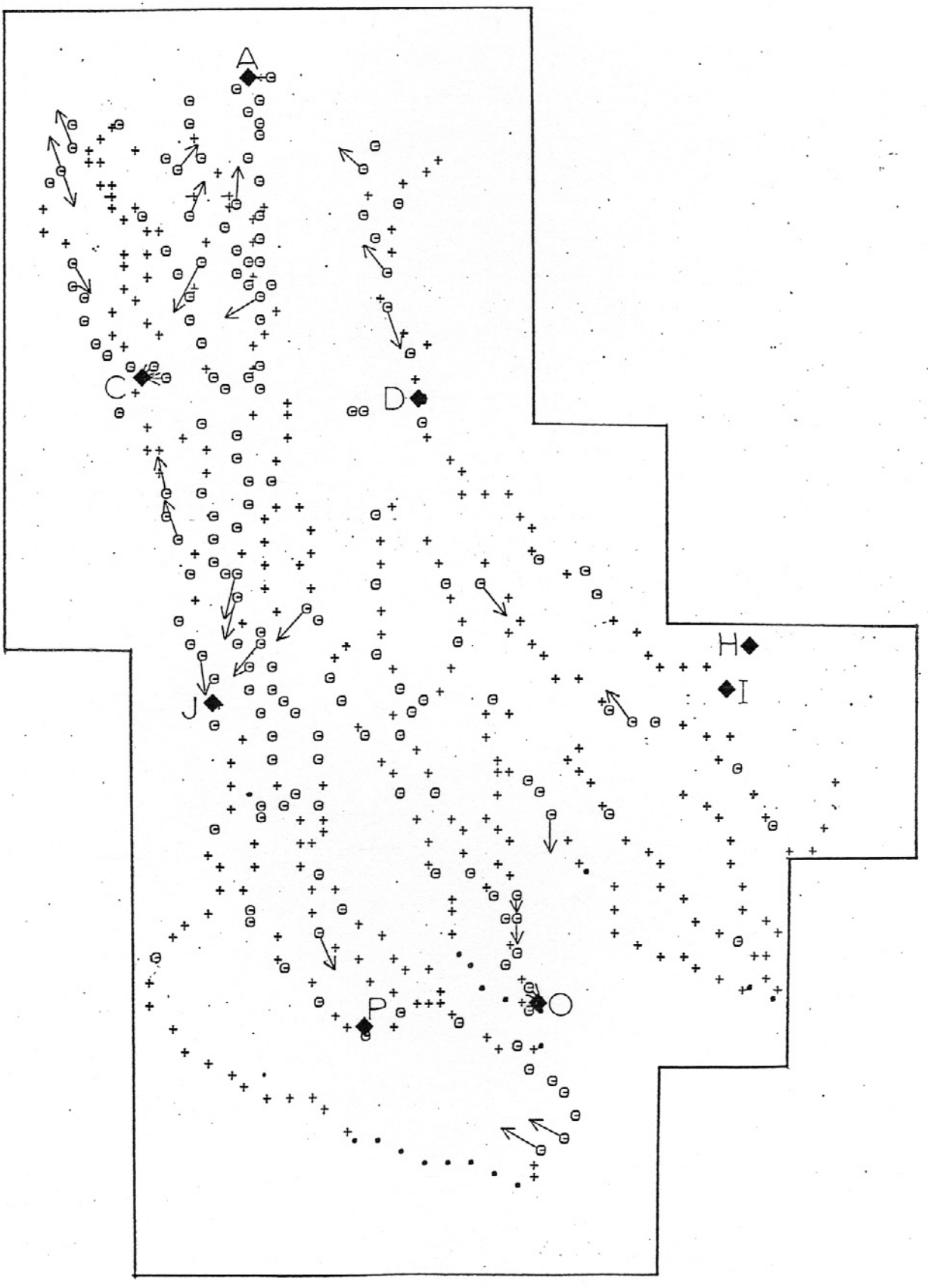
Fig. 5-12. Direction of flights for roosting during Oct.- Dec.

⊖ ; Foraging observed

+ ; No forafing observed

∘ ; Data not available

◆ ; Colony or roost


A
C
D
H
I
J
P
O

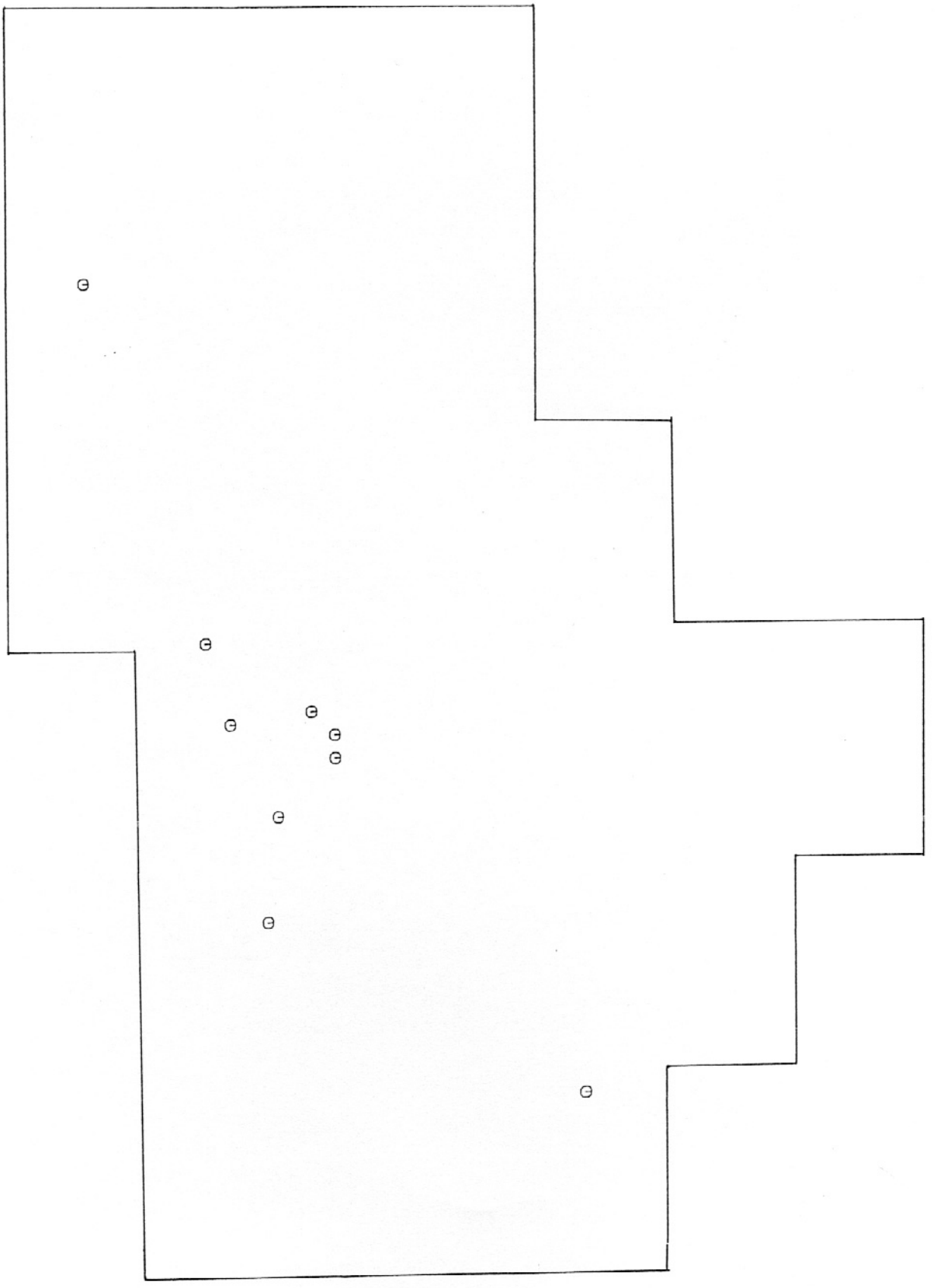


Fig. 5-14. Distribution of E. intermedia during Oct.- Dec.

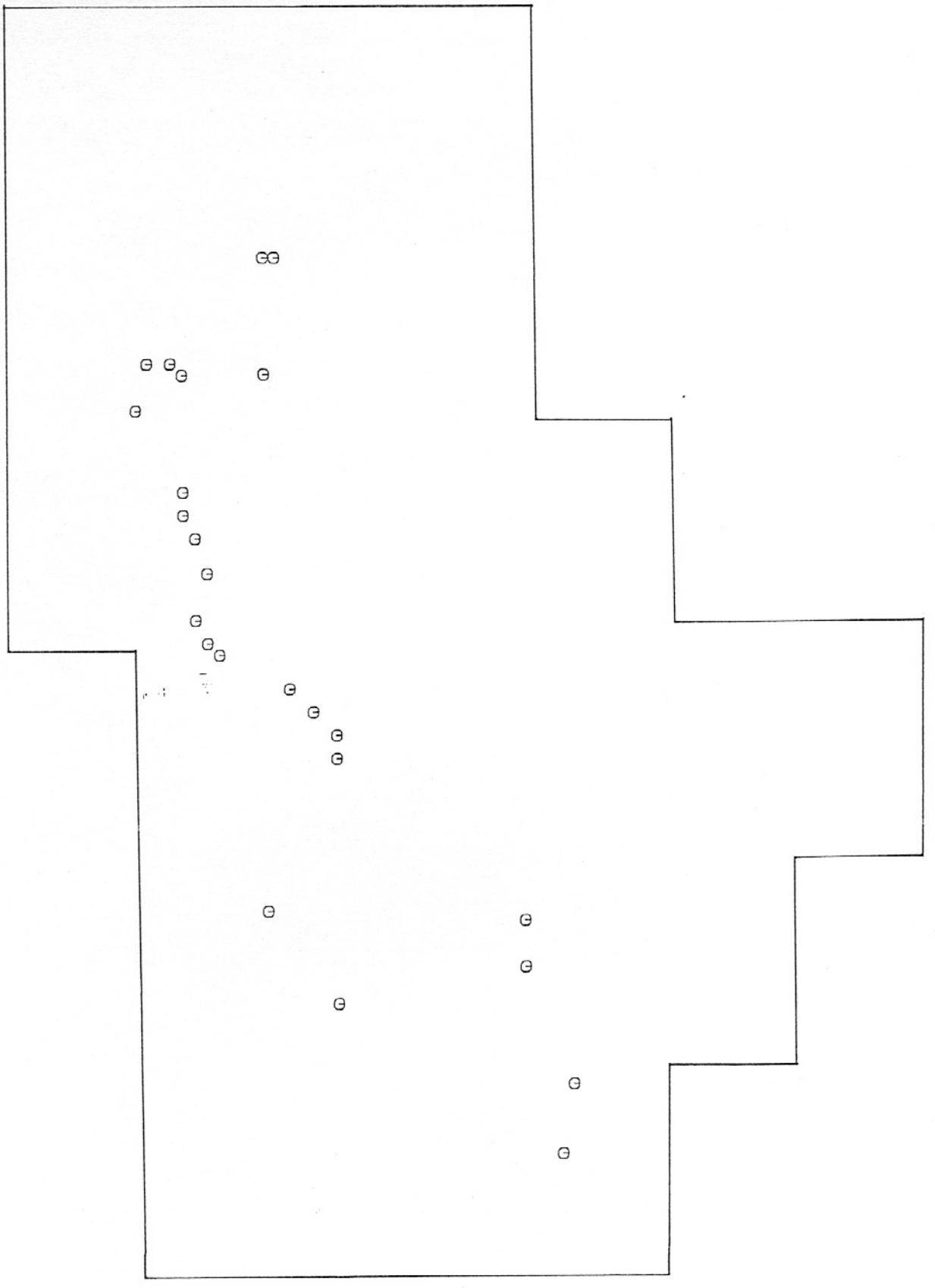
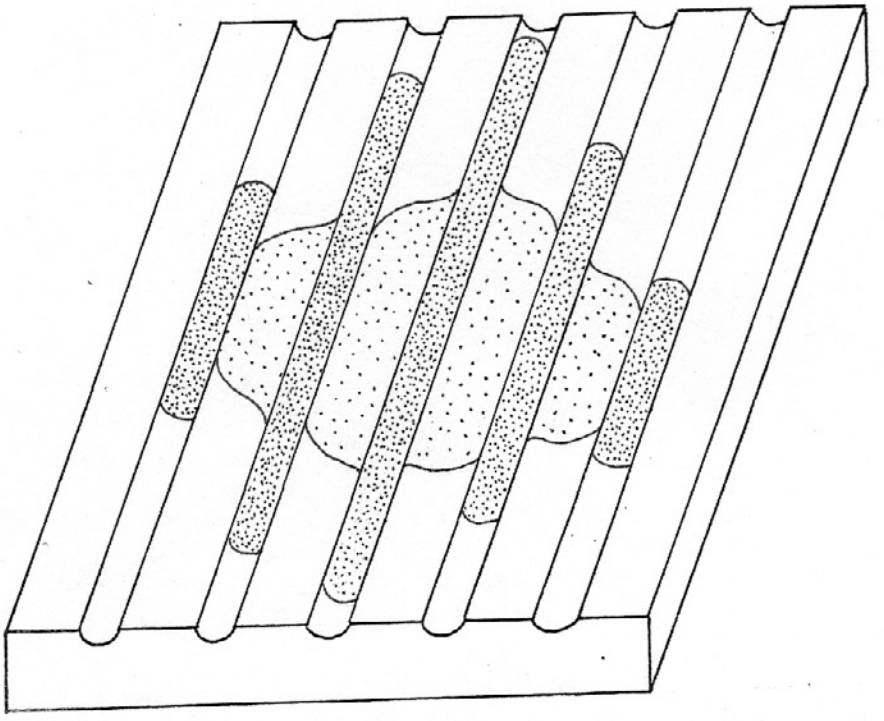
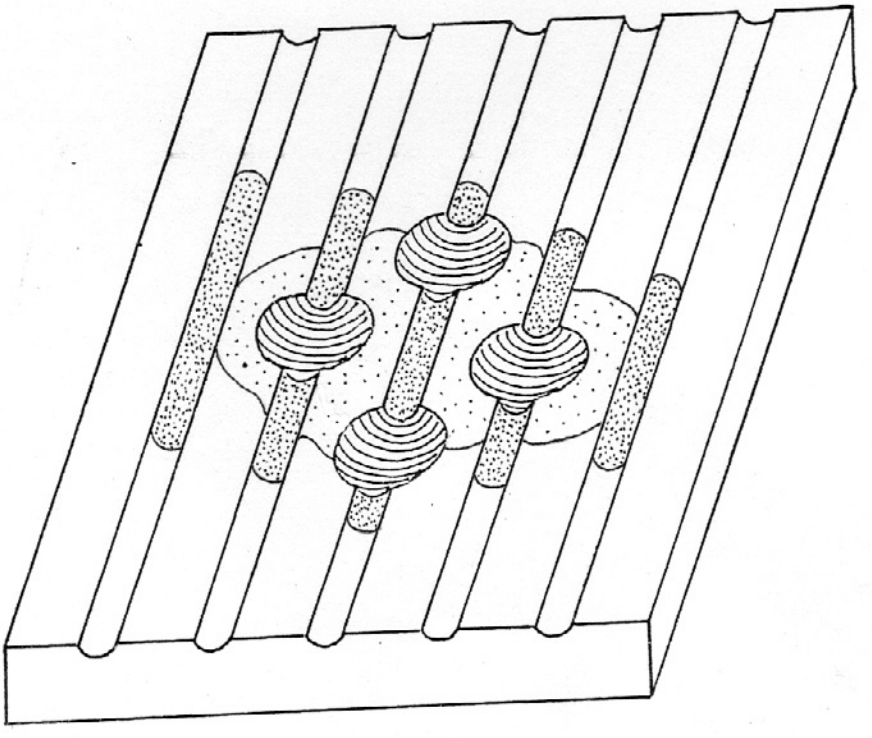


Fig. 5-15. Distribution of E. alba during Oct.- Dec.

Fig. 6. Schematic model of feeding dispersion.See text for detail.

(A)



(B)