

博士論文

奄美大島におけるカンアオイ類の分布と生活史

Distribution and life cycle of the wild gingers

(*Asarum*, Aristolochiaceae) on Amami-oshima, South Japan

前田 芳之

Yoshiyuki Maeda

鹿児島大学理工学研究科 地球環境科学専攻

2013(平成 25)年 9 月

要 旨

カンアオイは北半球だけに生息し、東アジアでの分布を中心とするウマノスズクサ科 *Aristolochicea* のカンアオイ属 *Asarum* に含まれる植物である。日本には中国や台湾、ベトナムなどに分布する種の総数に匹敵する 59 種 1 亜種 24 変種が記録されている。今回の調査地とした奄美大島やその属島にはそのうちの 6 種が分布する。島の面積から考えると種数の多い日本の中でも、例外的に高い種密度を持つ。その 6 種とはミヤビカンアオイ *A. celsum*, フジノカンアオイ *A. fudsinoi*, グスクカンアオイ *A. gusk*, オオバカンアオイ *A. lutchuense*, トリガミネカンアオイ *A. pellucidum*, カケロマカンアオイ *A. trinacriforme* である。オオバカンアオイが徳之島との共通、カケロマカンアオイが属島の加計呂麻島、請島にも分布するが、それ以外は奄美大島の固有種である。これら 6 種の分布の詳細については不明であった。今回の研究でそれぞれの種の詳細な分布域が解明され、多くの種がこれまで考えられていたよりはるかに広く分布し、また複数の種が同所的に分布している例が多数発見された。森林に依存するが、特定の植物種や植生タイプとの強い結びつきは認められなかった。垂直分布の点でも条件が許せば海岸近くから山頂までの広い範囲に見られた。生態についてはさらに知見が乏しかった。今回は、奄美大島で一番広域に分布するフジノカンアオイを中心に生活史を調査した。本種は平地では冬期に開花するが、湯湾岳山頂付近の集団では 6 月頃から開花する多数の個体が見つかり、同種でありながら開花期に大きな違いがあることが明らかになった。送粉動物の特定は非常に困難であったが、花を訪れる動物約 40 種の中で、ハネカクシ科の幼虫やクロバエ科のハエ成虫が有力な送粉動物であろうと推定された。種子散布動物としてはホソウメマツオオアリ、アミメアリ、アシジロヒラフシアリが有力であると推定された。また、降雨時に水で流される種子があることも分かった。奄美大島は総面積の 85%以上を森林が占めるといわれるが、かつて島を覆っていたというシイの天然林は今や僅か 1.2%になってしまった。その過程でカンアオイ類をふくむ多くの生物種は大きな影響を受けてきたと思われる。今回の研究でカンアオイ類は意外と攪乱に強い面をもつことが分かったが、種の保全の為には現在の分布域をどのように守ってゆくかが大きな課題である。

目 次

第1章 緒言	1
第2章 材料および調査地	3
2.1. 材料	3
2.2. 調査地の概要	15
第3章 奄美群島におけるカンアオイ類の分布	17
3.1. はじめに	17
3.2. 調査方法	17
3.3. 結果	19
3.3.1. カンアオイ自生地の生息環境	19
3.3.2. 奄美大島及び属島における6種の分布	22
3.3.3. 垂直分布	30
3.3.4. 同所的分布	30
3.4. 考察	33
第4章 奄美大島におけるフジノカンアオイの生活史	37
4.1. はじめに	37
4.2. 調査地と調査方法	37
4.2.1. コドラートの設定と気温測定	37
4.2.2. 葉面積の測定と開花の記録	38
4.2.3. 訪花(果)動物	38
4.2.4. 種子散布	44
4.3. 結果	44
4.3.1. 葉面積と開花の関係	44
4.3.2. 開花と結実	50

4.3.3. 訪花(果)動物	55
4.3.4. 種子散布	67
4.4. 考察	75
4.4.1. 葉面積と開花	75
4.4.2. 開花と結実	75
4.4.3. 送粉動物	76
4.4.4. 種子散布	78
第5章 総合論議	80
謝辞	84
引用文献	85
関連資料	89

第1章 緒言

ウマノスズクサ科 Aristolochiaceae カンアオイ類は北半球だけに生息し日本、台湾、中国南部など東アジアを中心にヨーロッパ、北米から 100 種程度が知られるが、東アジア以外には 10 数種が生息するにすぎない。ここで取り上げるカンアオイ亜科 Asaroideae カンアオイ属 *Asarum* は日本からは 59 種 1 亜種 24 変種が知られている(米倉 2012)。本属は花の形態(子房の位置、花柱、萼筒内壁の形状など)と染色体数や核型から基本的には 5 群に分けられる(菅原 1981, 1982)。5 群とはフタバアオイ群 *Asarum*、タカサゴサイシン群 *Geofaerium*、ウスバサイシン群 *Asiasarum*、カンアオイ群 *Heterotropa*、アメリカカンアオイ群 *Hexastylis* である(菅原 1989a)。琉球列島の種はすべてカンアオイ群に含まれる。

琉球列島では西表島から 3 種、石垣島 1 種、沖縄島 2 種、徳之島 4 種、奄美大島及び近隣 2 島(加計呂麻島、請島)からは 6 種が知られる(堀田他 2005)。奄美大島のカンアオイについて報告されたのは 1924 年のフジノカンアオイ *Asarum fudsinoi* T. Ito が最初であり、その後 1941 年にオオバカンアオイ *A. lutchuense* (Honda) Koidzumi が記載された。1936 年以来前川文夫は正規の記載をしないままに日本各地の新種や変種の分類や分布について発表し、その中には奄美群島の種も含まれている。1988 年に初島住彦、山幡英示は南西諸島に分布する裸名で発表された数種を整理し(Hatusima & Yamahata 1988)、新たにミヤビカンアオイ *A. celsum* Hatusima et Yamahata、グスクカンアオイ *A. gusk* Hatusima et Yamahata、トリガミネカンアオイ *A. pellucidum* Hatusima et Yamahata、カケロマカンアオイ *A. trinacriforme* Yamahata の 4 新種を加えた。その後、徳之島、奄美大島に分布する種の記載としては、山幡(1994)によるタニムラアオイ *Asarum leucospalum* Hatusima ex Yamahata (徳之島固有)、Sugawara(2012)によるナゼカンアオイ *Asarum nazeanum* Sugawara (奄美大島固有)とアサドカンアオイ *Asarum tabatae* Sugawara(奄美大島固有)がある。これらを加えると奄美大島産は 8 種となる(堀田 2013)。本稿では、奄美大島から記載されたナゼカンアオイとアサドカナオイの 2 種は、ミヤビカンアオイの変異の範囲として扱う。

本研究では、これまでに調査されてこなかった場所も含め、奄美大島および 6 つの属島、すなわち、加計呂麻島、請島、与路島、須子茂離、江仁屋離島、枝手久島で、2004-2013 年の間に延べ 700 日以上にわたり生息地確認のための調査を実施した(図 1)。奄美大島に分布するカンアオイ属の分布や開花期の概略は知られているが、各種の自生個体群の開花期間に関する詳細な調査はなされていない。また、開花率、結実

率、送粉様式、種子散布様式など繁殖生態に関する研究は皆無である。これらの情報は種の保全に向けての基礎資料として重要である。これまでの国内外における受粉に関しての調査は、主にカンアオイ属の中のフタバアオイ群を対象に行われた。カンアオイ群については菅原(1988)が多摩丘陵においてタマノカンアオイ *Asarum tamaense* Makino を使い実験し、自家和合性で不完全自殖型であることが分かっている。

日本産カンアオイについての受粉に関してはこれまで本州で研究されてきた。たとえば田中(1967)は、タマノカンアオイでクモ、アブラムシ、カノコガ幼虫、アリ、カタツムリ、ナメクジなどの訪花動物を報告するとともに、それらが同花受粉に際して花粉の運搬を担っている可能性を示した。ヒメカンアオイ *A. takaoi* F. Maekawa とミヤコアオイ *A. asperum* F. Maekawa について、岡本・加納(1977)はイシムカデ、ヤスデ、ダンゴムシ、ヒメフナムシ、トビムシ、ダニ、アリなどの訪花を観察した結果から、ムカデやヤスデのような細長い動物が送粉により深く関わるのではないかと考察している(日浦 1978 も参照)。その後、キノコバエの関与が報告されている(Vogel 1978; Sugawara 1988; 菅原 1999)。種子散布者については林(1937)が、島根県においてコツブカンアオイ *Heterotropa oblonga* Maekawa (=ミヤコアオイ *A. asperum* F. Maekawa)の種子がアリにより散布される可能性を報告しており、日浦(1975)は奈良県橿原市鳥屋にある神社で実験によりヒメカンアオイ種子の散布者として数種のアリを特定している。奄美のカンアオイにおいては送粉者も散布者も未知である。本研究は、亜熱帯に位置する奄美において、カンアオイ類の開花フェノロジー、送粉者、散布者などを明らかにすることを目的にした。

第2章 材料及び調査地

2.1. 材料

本研究では、奄美大島、加計呂麻島、請島に生息する6種のカンアオイを材料とした。調査対象地域を図1に示した。種の同定は Sugawara (2006) および Hatusima and Yamahata (1988) に準拠した。しかし、何れの種においても葉の大きさや形、表裏の色彩において個体間の変異幅が広く、花の形態も考慮しないと種の判定をしがたい個体が多い。そのため、本研究の過程で明らかになった形質およびその変異について情報を追加した。各種の形態的特徴と開花期は以下の通りである。

最近、奄美大島中部で筆者がミヤビカンアオイと認識していた2つの個体群が外部形態の差異により別々の新種として記載されたが (Sugawara 2012)、本論文ではこれらをミヤビカンアオイとして扱う。確認された6種のそれぞれの葉形、花を図2-9に示した。

① ミヤビカンアオイ *A. celsum* F. Maekawa ex Hatusima 図2,3

葉身は長さ5-10cm、幅4-6cmで基部は心形、葉の形は卵形から三角形、鏃形と変異があるが卵形のものが多い。濃緑色で表面がピロード状、無斑の個体が多いが、濃淡の斑紋、白斑や表面に光沢がある葉をもつ個体まで見られる。葉裏は薄い緑色のものが多いが、葉脈のみ紫色になる個体や全体が濃い紫色の個体もある。萼片の色彩は濃い茶色から明るい緑色、稀に乳白色の個体がある。口環のしわの隆起は強い。萼筒の形は基部から萼片の基部に向かって太くなり強いくびれがあるものから、円筒型、球形に近いものまでであるが、極端なつぼ状になるものは見られない。萼筒内の格子状の隆起線は明確である。産地や個体により格子の間隔に変異がある。花径は1.2-2.3cm前後、萼筒長8.5mm-13mm前後。雌蕊6、雄蕊12。開花は12月末から始まり2月には最盛期になる。花は5月初めまで見られる。Hatusima and Yamahata (1988) により記載された。

② フジノカンアオイ *A. fudsinoi* T. Ito 図4,5

日本産カンアオイの中では植物体が最も大きくなるカンアオイである。葉身が長さ20cmを越える個体も見られ、幅は6-15cm。基部は深い心形、葉身の形は広卵形～卵形あるいは丸みをおびた3角形で、葉先は尖る。上面は明るい緑色、光沢のある個体

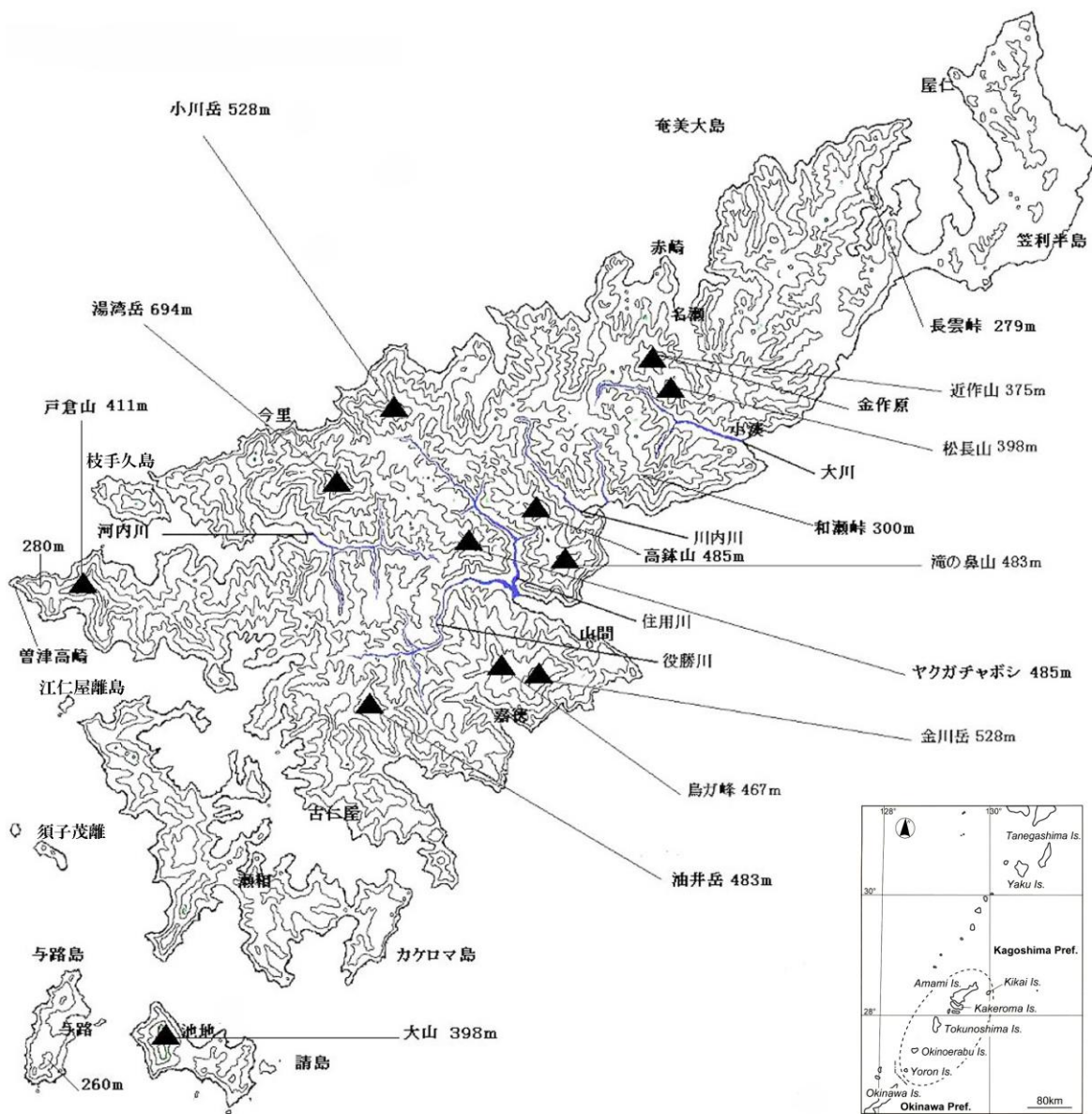


図1 奄美大島および近隣の6属島. 主要な山岳、河川を示した.

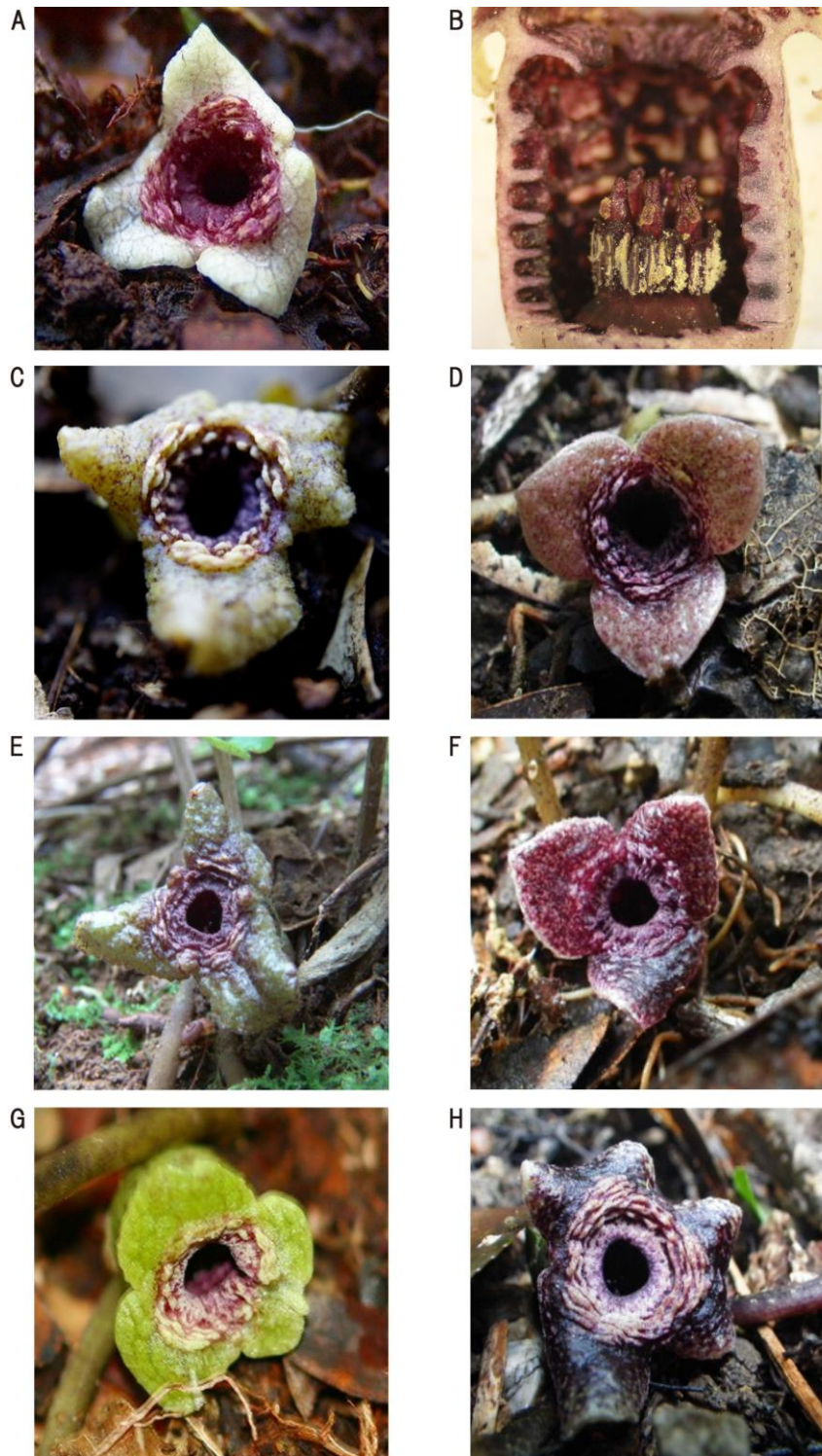


図2 ミヤビカンアオイ *A. celsum* の花の多型. A. 撮影地：鳥ヶ峰、B. 萼筒内、撮影地：小川岳、C. 撮影地：金作原、D. 撮影地：大和村、E. 撮影地：湯湾今里、F. 撮影地：大和村、G. 鳥ヶ峰、H. 湯湾岳.

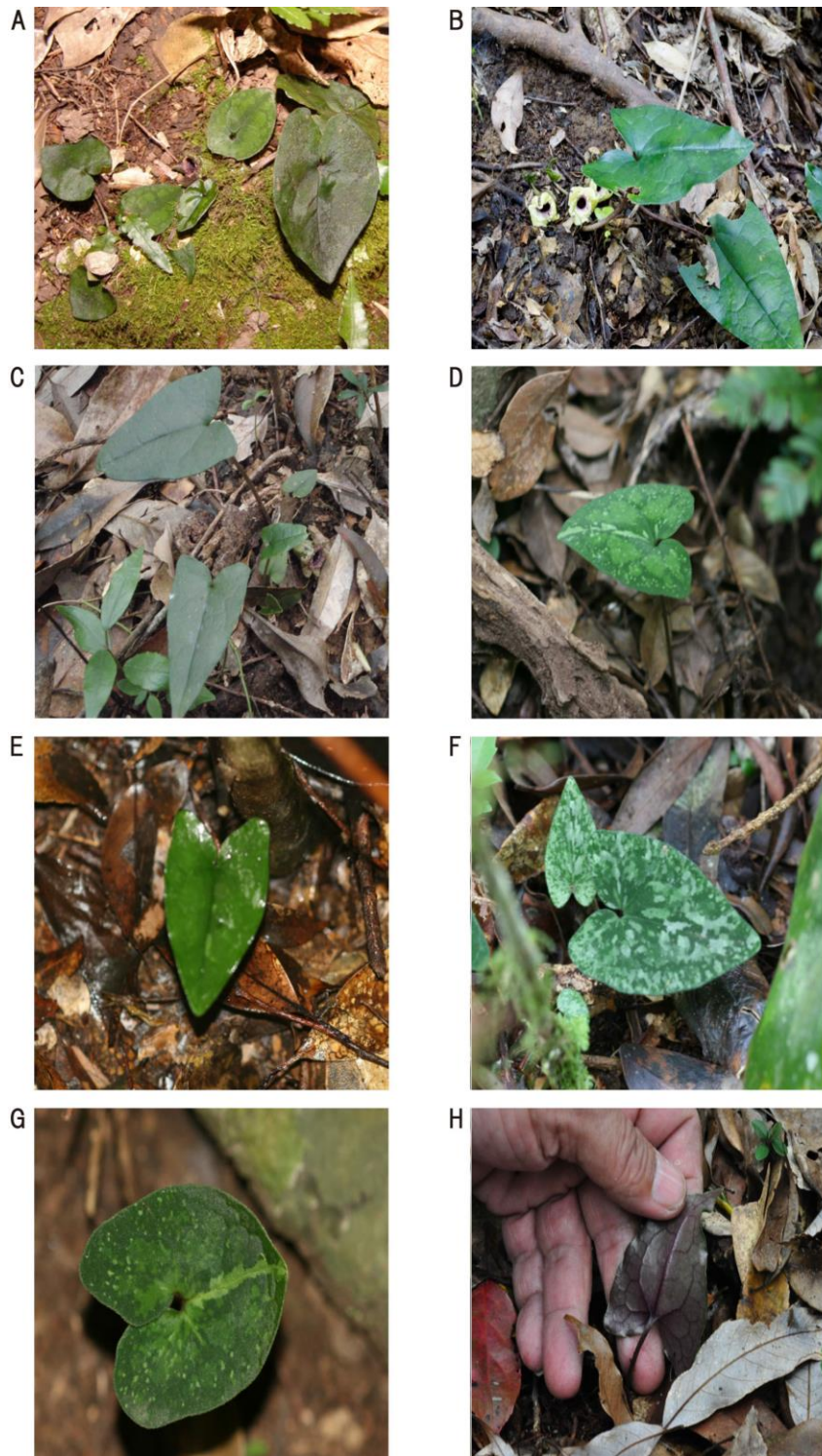


図3 ミヤビカンアオイ *A. celsum* の葉の多型. A. 撮影地：湯湾岳、B. 撮影地：鳥ヶ峰、C. 撮影地：湯湾岳、D. 撮影地：湯湾岳、E. 撮影地：金作原、F. 撮影地：湯湾岳、G. 撮影地：湯湾岳、H. 撮影地：湯湾岳.

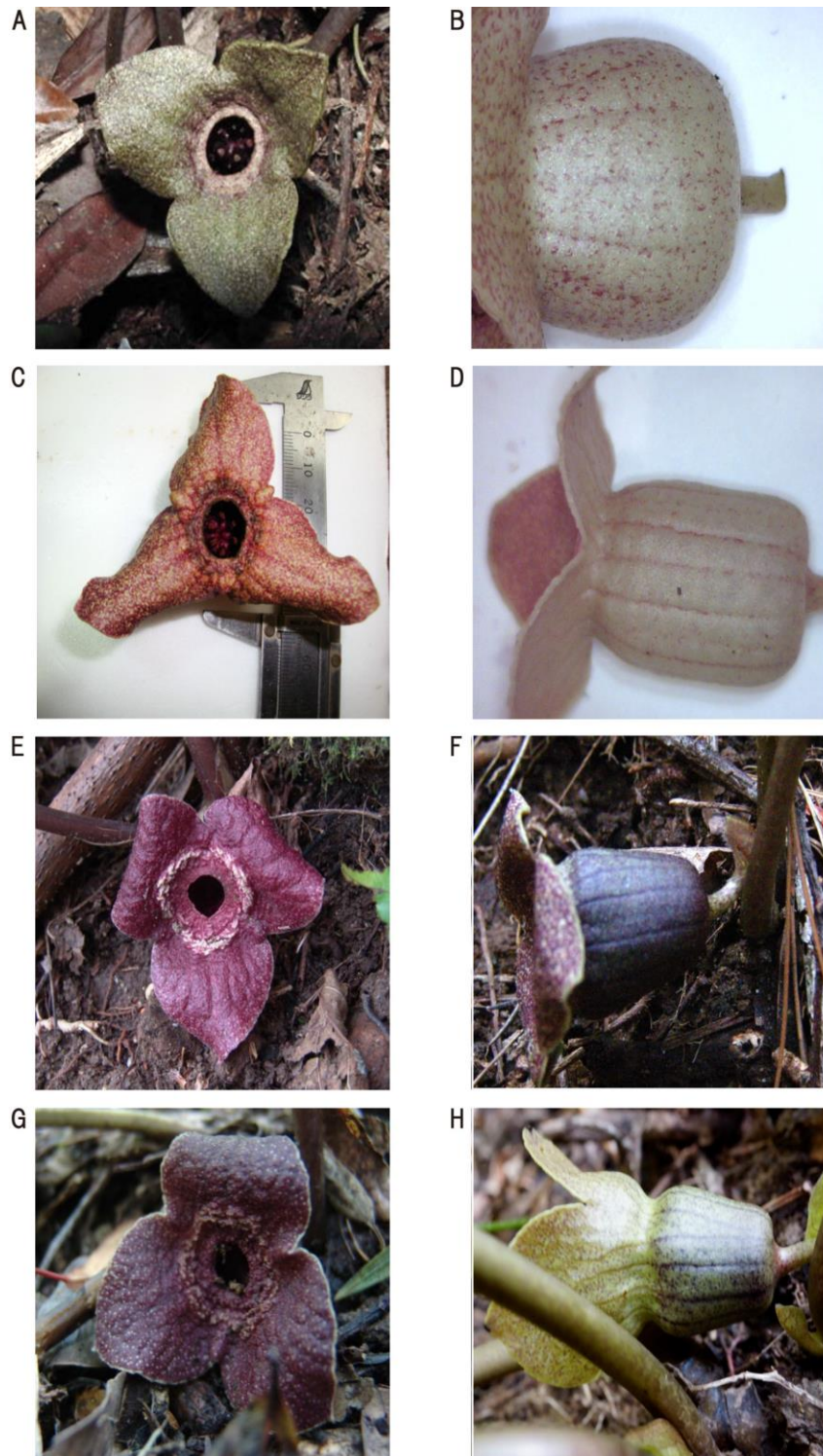


図4 フジノカンアオイ *A. fudsinoi* の花、萼筒の多型. A. 撮影地：ヤクガチヨボシ、
 B. 撮影地：ヤクガチヨボシ、C. 撮影地：鳥ヶ峰、D. 撮影地：ヤクガチヨボシ、
 E. 撮影地：奄美市小湊、F. 撮影地：住用タカバチ、G. 撮影地：奄美市小湊、H.
 撮影地：金作原.

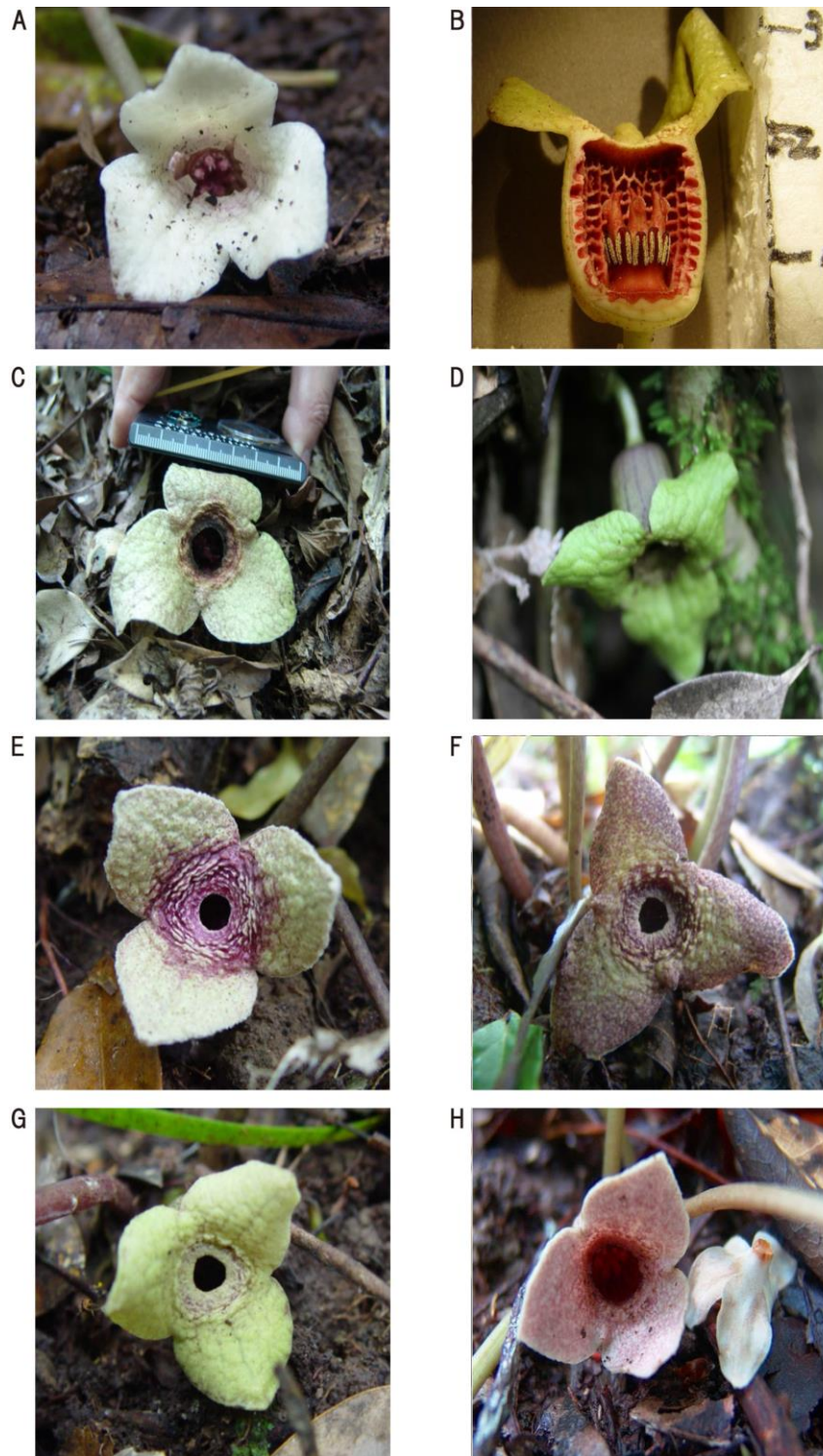


図5 フジノカンアオイ *A. fudsinoi* の花の色. A. 撮影地：和瀬峠、B. 萼筒内、撮影地：網の子峠、C. 撮影地：和瀬峠、D. 撮影地：住用三太郎峠、E. 撮影地：和瀬峠、F. 撮影地：小川岳、G. 撮影地：和瀬峠、H. 撮影地：和瀬峠.

とない個体があり、斑紋の出る個体もある。裏面は多くは淡緑、無毛。葉柄も無毛で8-20cm。花色の変異が多く(図4)、花型も萼片が大きく平開する個体から、極めて小さく平開しない個体、萼筒も円筒型の長短から萼片の基部で括れが入るものなど多型が最も著しい種である。萼筒内の格子状襞は明確である。萼筒長17mm-28mm。花径は3-5cm前後の個体が普通であるが、オオフジノカンアオイと呼ばれる大輪系の園芸用栽培品種では、花径が8cmを越える個体がある。雌蕊6、雄蕊12。開花は12月末頃から始まり、最盛期は3月であるが、湯湾岳頂上では6月頃開花する個体がある。Ito (1926)により記載された。

③ グスクカンアオイ *A. gusk* Yamahata 図6

葉身は狭卵、三角形、鋸型と同所的にも変異はあるが狭卵形のものが多い。長さは6-9cm、幅5-6cm。上面は濃緑色でつや無し、無紋の個体が多いが、濃淡模様のあるものや照り葉の個体もある。葉縁や葉脈に微毛が見られる。葉柄も有毛で5-8cm。花は平開し無毛で葉腋に短い花柄でつき、花径は16-25mm。萼片は濃紫色から緑色、淡紅色、乳白色まで幅があるが、多くは濃緑色の地に濃紫がかかった濁った色彩である。萼筒長は8-16mm、形は壺型になるのが特徴で、萼口は口環部分の皺状の隆起が発達する個体と殆どない個体がある。萼筒内の襞は上部の方には殆ど格子や襞が見られない。下部1/3-1/2に弱い隆起の格子や縦筋、あるいは痕跡程度の筋状隆起が見られる。雌蕊6、雄蕊12。開花は1月末から始まり、2月末には殆どの株が開花している。Hatusima and Yamahata (1988)により記載された。

④ オオバカンアオイ *A. lutchuense* (Honda) Koidzumi 図7

殆どの個体で葉身は広卵形であるが、少し細くなることもある。長さ10-20cm、幅8-15cm、基部は心形、葉先は尖る。表面は濃い緑色で光沢がある、奄美大島では斑や濃淡模様は少ないが、徳之島では斑点の多い個体が多い群落も見られる。葉柄や葉の裏は有毛でざらつく、葉柄は濃紫色で長さ10-20cm、花柄は1cm以下、殆どは直接葉腋に付いているように見える。花径は30mm前後で余り差異はない、花色は濃紫色か緑色で裂片が縁取られるくらいで、色の濃淡程度の差異しか見られなかった。萼裂片は平開するが、縁部はしばしば反転する。裂片の両面共に軟毛がある。口環の隆起は小さくなく、白い輪環状、裂片の境が瘤状に盛り上がる。萼筒は管状で基部に近いところに箍状に膨らんだ部位がある特徴のある形状で長さ、幅とも12-20mm。雌蕊6、雄蕊12。付属体は短い突起。開花は11月末から始まり12月下旬には蕾は殆ど見られ

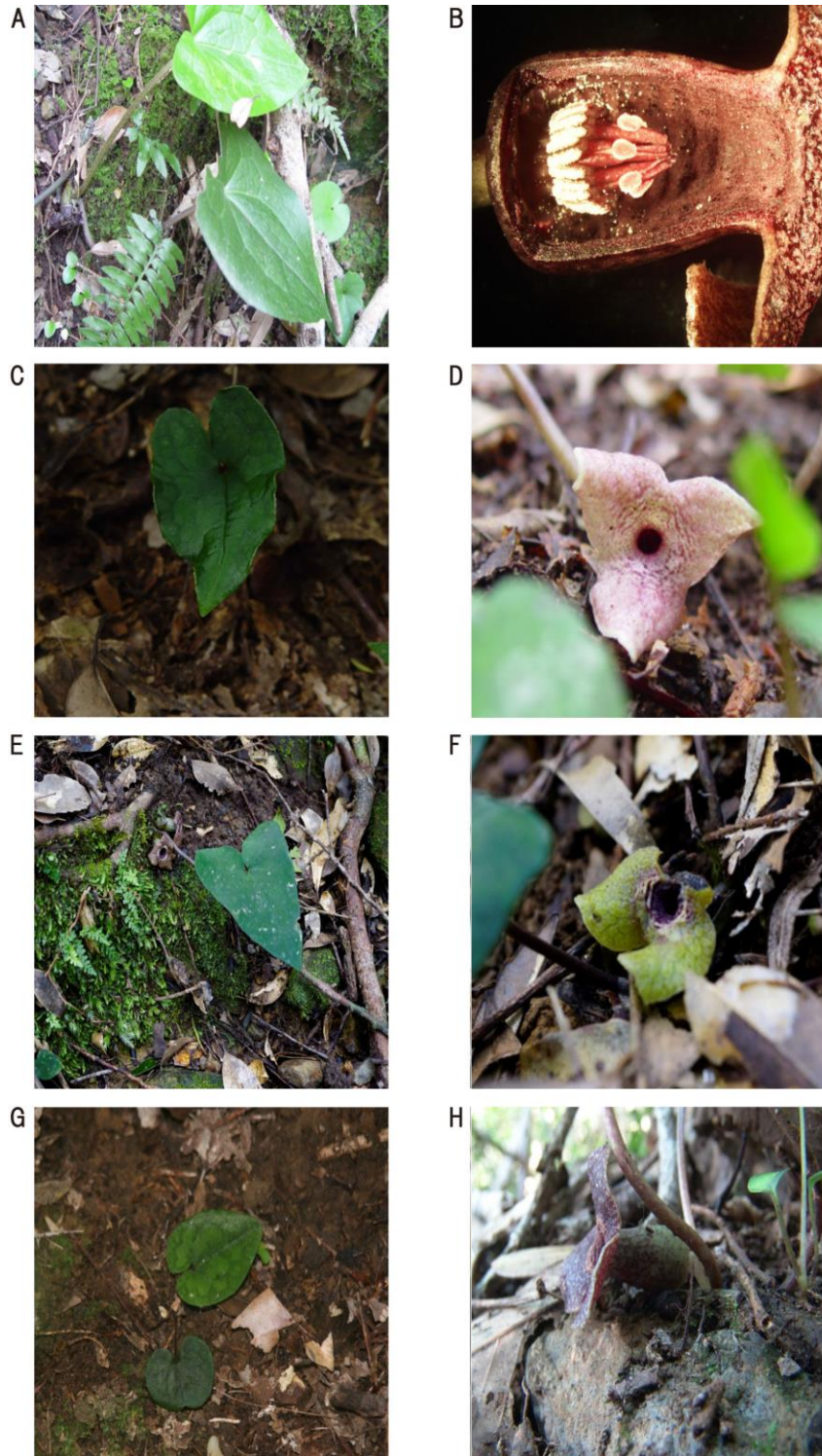


図6 グスクカンアオイ *A. gusk* の花と葉. A. 撮影地：瀧の鼻山、B. 萼筒内、撮影地：瀧の鼻山、C. 撮影地：瀧の鼻山、D. 撮影地：住用タカバチ、E. 撮影地：住用タカバチ、F. 撮影地：スタルマタ、G. 撮影地：瀧の鼻山、H. 撮影地：スタルマタ.

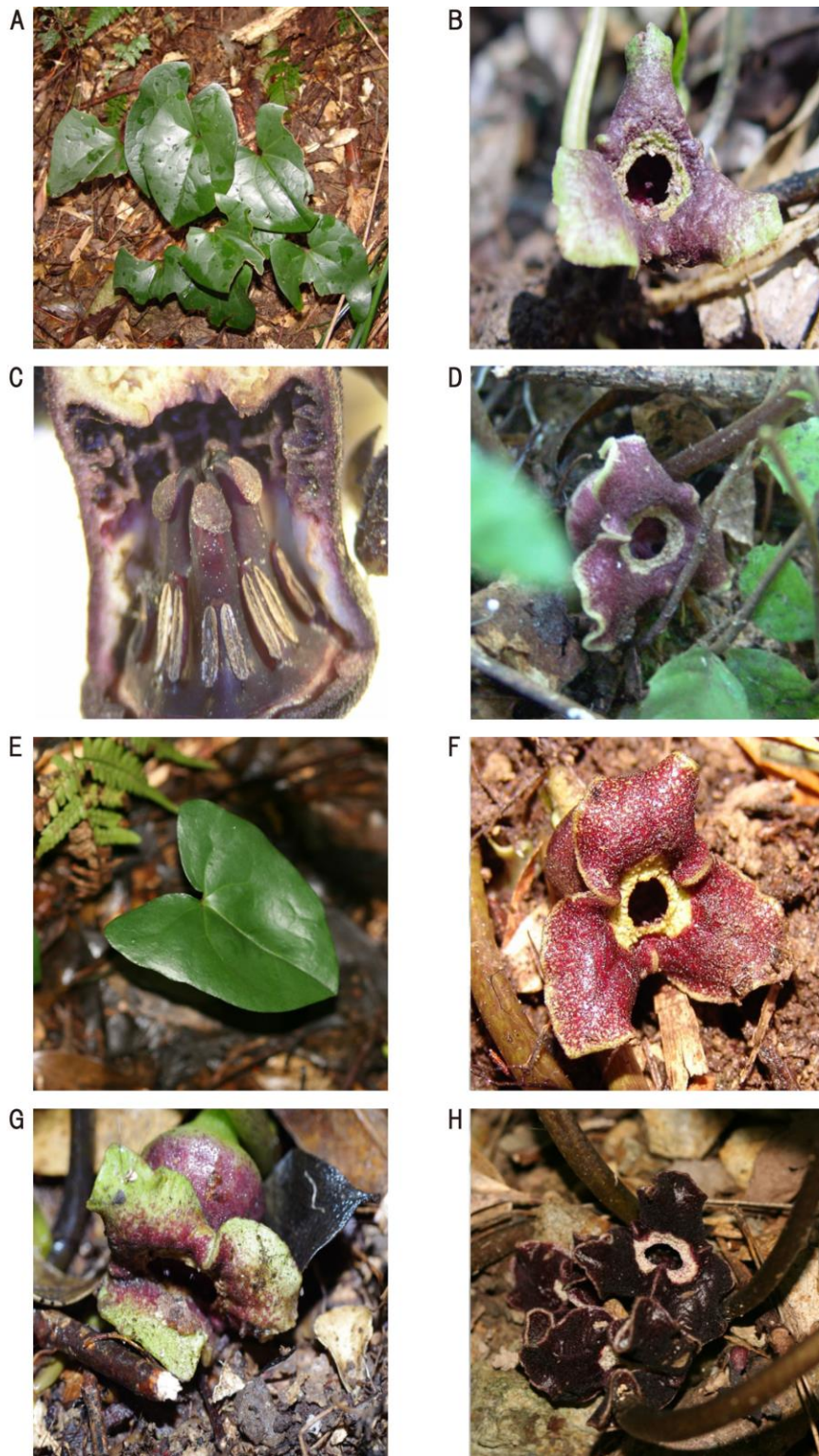


図7 オオバカンアオイ *A. lutchense* の花と葉. A. 撮影地：金作原、B. 萼筒内、撮影地：金作原、C. 撮影地：金作原、D. 撮影地：龍郷町、E. 撮影地：奄美市小湊、F. 撮影地：奄美市、G. 撮影地：金作原、H. 撮影地：龍郷町.

ない。Honda (1941)により記載された(池田・清水 2011 を参照)。

⑤ トリガミネカンアオイ *A. pellucidum* Hatusima et Yamahata 図 8

葉身は卵形か鑷型が多い。長さ 4-8cm、幅 3-6cm 基部は心形、葉先は少し尖る。表面は濃緑で光沢のないものが多いが、光沢のあるものもある。濃淡の模様以外に斑のはいる個体も見られる。葉縁はまばらに微毛がある。葉柄は緑白色—淡紫色—濃紫色、長さ 5cm-7cm、微毛がある。花色は緑紫色から黄緑色、乳白色。萼裂片の両面、萼筒には軟毛を持つ。萼片は水平か斜上に開き、反転はしない。花柄も有毛で葉腋につき 3mm 前後の個体が多い。花径は 15mm に満たない。萼筒は壺型で、萼筒長は 10mm 前後、幅 8mm 前後。萼筒内の壁は網目状で下部はやや荒くなるが、縦壁のみになる個体もある。萼口が開いてるのみで口環の隆起は無い。雌蕊 3、雄蕊 6。開花期は 12 月初旬からはじまり、3 月まで見られる。Hatusima and Yamahata (1988)により記載された。

⑥ カケロマカンアオイ *A. trinacriforme* (F. Maekawa) Yamahata 図 9

常緑、匍匐形は短い。葉身は卵形-三角形、鑷形。長さ 5cm-12cm 前後、幅 3.5cm-8cm。基部は心形、葉端はやや尖る。上面は濃緑色で無紋の個体と、濃淡による紋、斑入り個体も多い。葉縁、中肋、支脈上に微毛あり、裏面は淡緑色から紫。葉柄は無毛、緑白色-淡緑色-梅紫色、長さ 5-7cm 前後。自生する地域により花柄が短い個体群と長い個体群がある。花径は 15-25mm 前後、花色は白-淡緑-淡紅—紫がかった緑であるが、白っぽい個体が多い。萼裂片は平開するか、縁部が反転して反り返り萼片が細くみえる形の花も多い。萼筒の形は円筒形で長短の変異が見られるタイプと球状のタイプがあり、大島産の他のカンアオイ類に比べて花柄が長い個体が多く、円筒形の萼筒を保つ個体群では特に花柄が長くなる特性があり、最長は 45mm の個体がみられた。球状の個体では長短あるが産地により何れかの傾向が偏る。円筒形の萼筒の長さ 10-15mm、幅 5-12mm 前後、球状の萼筒の系統では長さ、幅共に 5-10mm 前後、萼筒内は花色に関わらず白色の明確な格子状の壁があり、下部は横の壁が無くなり、基部は白く透ける。球状で全体が小さくなるタイプでは格子の上の方が横方向の壁の数が減る。雌蕊 3、雄蕊 6。口環は縄状に盛り上がる個体が多いが、余り目立たない個体もある。開花期は 2 月末から 5 月初旬になるが、自生地により開花期は明らかに分かれる。Hatusima and Yamahata (1988)により記載された。

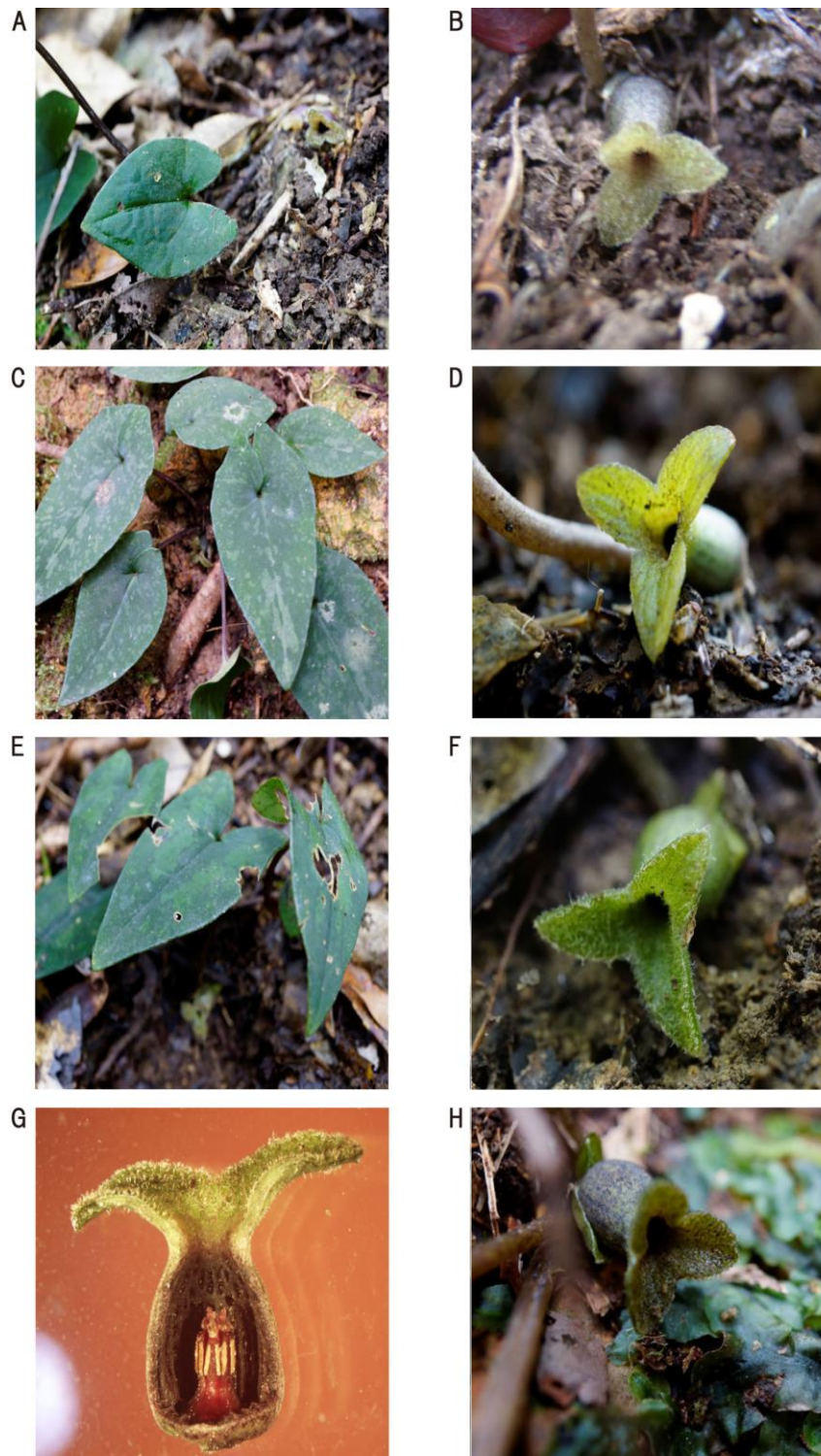


図8 トリガミネカンアオイ *A. pellucidum* の花と葉. A. 撮影地：奄美市、B. 撮影地：奄美市、C. 撮影地：奄美市、D. 撮影地：奄美市、E. 撮影地：奄美市、F. 撮影地：奄美市、G. 撮影地：奄美市、H. 撮影地：奄美市.

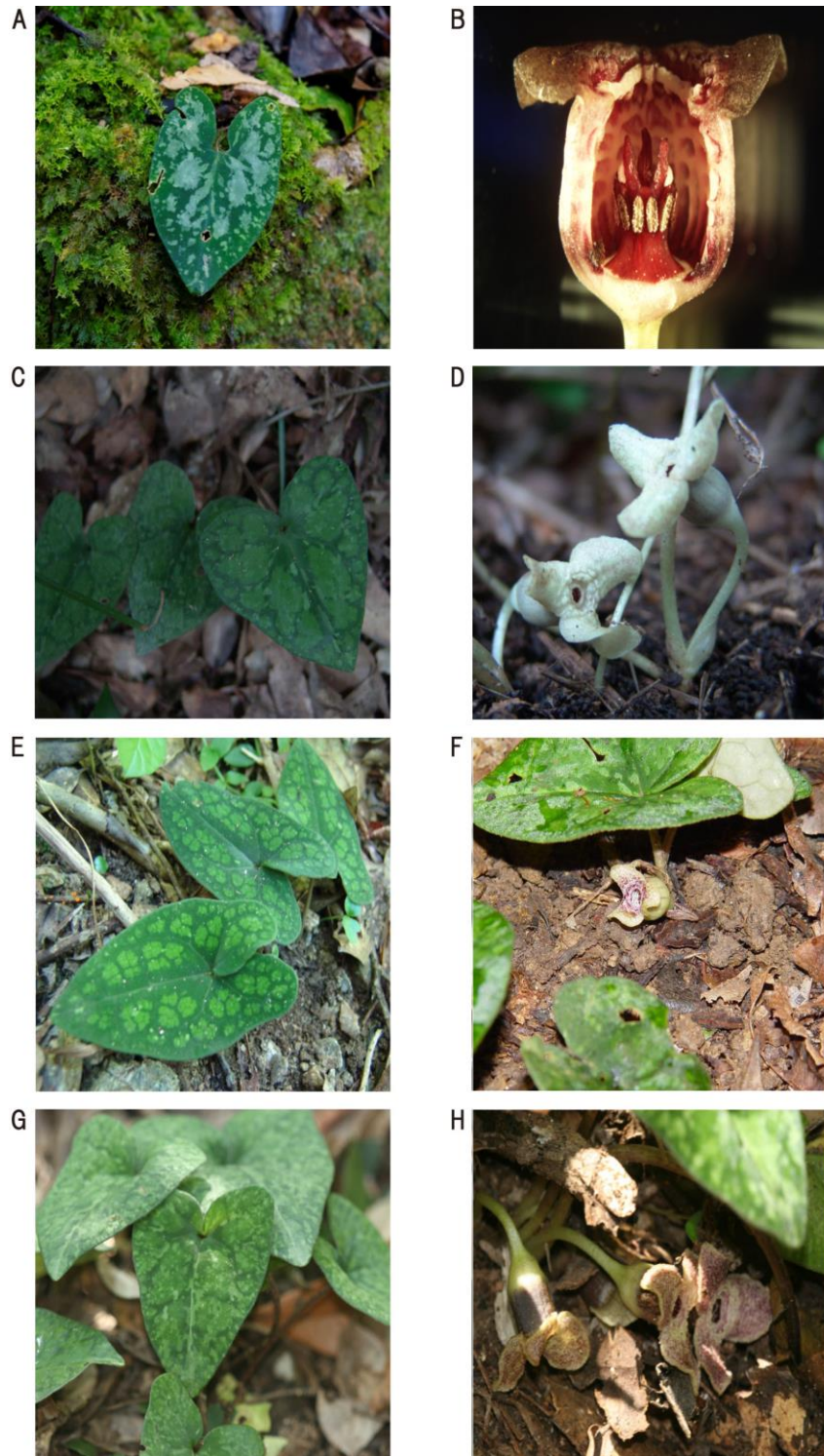


図9 カケロマカンアオイ *A. trinacriforme* の花と葉. A. 撮影地：奄美市、B. 萼筒内、撮影地：西古見、C. 撮影地：西古見、D. 撮影地：西古見、E. 撮影地：西古見、F. 撮影地：金川岳、G. 撮影地：西古見、H. 撮影地：請島大山.

2.2. 調査地の概要

奄美群島は琉球列島のほぼ中央に在り、地形・地史・生物相などの知見にもとづき北琉球(大隅諸島・トカラ列島)、中琉球(奄美群島・沖縄諸島)、南琉球(先島諸島)の3つに区分される。本研究の調査対象地域は中琉球に含まれる。個々の島の地史については未だ全容が解明されていないが、大陸の辺縁部が大陸から離れて島嶼化して以来、隔離された環境で生物がもとの集団から分化したり異なる種へ進化してきたと考えられている(木村他 2002)。

奄美大島は85%以上が森林・原野であり、最高峰は湯湾岳(標高694m)である。年平均気温は21.6°C、年間降雨量は2837.7mmである(奄美市総務課 2012)。この地域は吉良(1976)による温量指数(暖かさの指数 WI Warmth index)180以上で気候的には亜熱帯とされる。全体としては固有性の高い植物を多く含んだ亜熱帯広葉樹林で覆われている。研究対象としたカンアオイは主に林床に生えるが、林道沿いの法面や伐採地の林縁、河床などにも見られる事もある。本研究では奄美大島(712.4km²)、加計呂麻島(77.4km²)、請島(13.3km²)、与路島(9.6km²)、須子茂離(0.9km²)、江仁屋離島(0.3km²)、枝手久島(5.7km²)において現地踏査をおこない、若干の聞き取り調査を加え、カンアオイ各種の分布地域の明確化を図った。さらに一部の調査地において生活史に関わるデータを収集した。調査地の2kmメッシュの区画図を図10に示した。

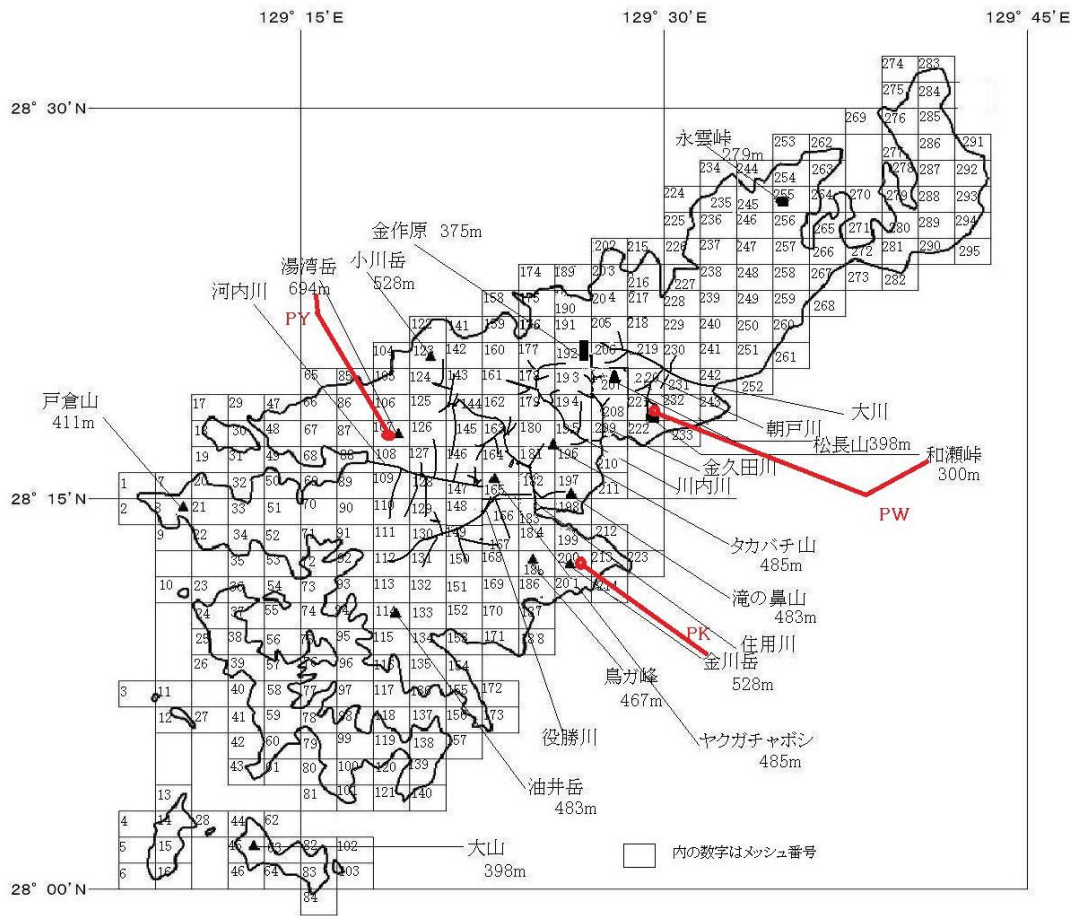


図 10 フジノカンアオイ *A. fudsinoi* の生活史を調べた 3 調査区(PK, PW, PY)の位置.
メッシュは 2km.

第3章 奄美群島におけるカンアオイ類の分布

3.1. はじめに

カンアオイ属 *Asarum* はウマノスズクサ科 Aristolochiaceae に属する草本植物で、北半球の温帯・亜熱帯に分布する。アジアでは日本、中国、台湾、ベトナムなどに分布し、日本からは59種1亜種24変種が知られている(米倉 2012)。琉球列島では西表島から3種、石垣島1種、沖縄島2種、徳之島4種、奄美大島及び近隣2島(加計呂麻島、請島)からは6種が知られる(堀田他、2005)が、奄美大島及び近隣2島の6種は面積当たりの種密度としては例外的に高い。これら6種のうち、1種は徳之島と共通であるが、4種は奄美大島に固有、1種は奄美大島と近隣2島の固有と考えられる。奄美群島におけるカンアオイ属の分布については前川(1972)を初め初島(1986)、堀田他(2005)、堀田(2013)が報告しているが、個々の島における詳細な分布調査はなされていない。近年は開発による環境変化や採取によって自生地が縮小し、本来の分布域が不明確になってきた。琉球列島の中で最大の種数をもつ奄美大島で、現時点でのカンアオイの分布を正確に記録することは、類縁関係の推定、地史の変遷の解明、種の保全のためにきわめて重要である。本研究では、これまでに調査されてこなかった場所も含め、奄美大島、加計呂麻島、請島、与路島、江仁屋離島、須子茂離、枝手久島の155区画を調査し、分布の確認を行った。

3.2. 調査方法

分布調査はまず既知のカンアオイの生育地から確認を始め、徐々に探索範囲を広げ、これまで未調査であった海岸林まで踏査した。また、聞き取り調査による自生地情報の収集も行った。奄美大島およびその属島の加計呂麻島、請島、与路島、須子茂離、江仁屋離島、枝手久島の陸域を含む部分を2kmメッシュ295区画に区分し(図10)、このうち市街地、集落、耕作地など攪乱の進んだ場所を除く155区画で、可能な限り広範囲に踏査を繰り返し行った。自生を確認できた地点は国土地理院発行の地形図(1/25000)あるいはGPSを使って緯度経度を特定し、2kmメッシュ図にプロットした。盗採などを防止するため、位置情報は示さなかった。また、自生地の一部については植生と斜面の方位や傾斜角、推定林齢を記録した(表1)。カンアオイの分布を考察するさいの参考とした。近年採取によりカンアオイ類が激減していること、現在すでに

採取禁止になっている種を含むことなどの理由から、証拠標本の採取はせず、DPSによって位置情報を確認したあと画像を記録した。

記録機材としてカメラ (Canon EOS 20D, Sony Cyber-Shot DSC-F828, Pentax Optio W80)、ビデオカメラ (Panasonic HDC-HS9-S)、位置情報記録用に GPS (GARMIN GPSmap60CSX)、コンパス、環境調査用に照度計 (Yokogawa 51001)。

3.3. 結果

3.3.1. カンアオイ類自生地の生息環境

自生地 50 カ所 (図 11) において植生調査を行い、優占した木本と草本の種を表 2 に示した。鈴木(1979)による植生学的区分を適用すると、奄美でのカンアオイ生育地は、ヤブツバキクラス域の非石灰岩地域常緑広葉樹林に含まれる。さらに細かく見ると、カンアオイ類は、リュキュウアオキ-スダジイ群団に含まれるケハダルリミノキ-スダジイ群集、アマミテンナンショウ-スダジイ群集、アマミヒイラギモチ-ミヤマシロバイ群集、ギョクシンカ-スダジイ群集、オキナワシキミ-スダジイ群集にわたって生育している。ごく一部の自生地は海岸林であるアカテツ-ハマビワ群集に対応する。

多くの自生地では、樹冠をスダシイや他の広葉樹が占め、直射日光を遮っている。他方、日光が当たる急峻な崖地のソテツの根元に生育していた例もある。カンアオイ生育地の植生の土壌条件で見ると、生育地の大半は弱乾性黄色土に薄い腐植層が被る土壌であった。しかし、一般に植物の生育に適しないとされる非固結性岩屑土と呼ばれる土壌にも存在した。土壌湿度条件としては過湿、乾燥は嫌うがその適応範囲は広がった。

自生地の斜面方向は表 1 に示す通り、北向きが多く、南向きや西向きは少なかった。しかし、北向きであっても乾燥している斜面では生育が見られず、その付近に適湿な場所があれば、斜面方向に限定されずに生育が見られることもあった。斜度で見ると緩傾斜地(5°-15°)から崖地(60°以上)に至るまで自生があるが30度前後の斜度で一番多いことが分かった。

3.3.2. 奄美大島及び属島における6種の分布

① ミヤビカンアオイ *Asarum celsum* 図12

奄美大島固有種で、奄美大島中心部やや東よりの金作原周辺と湯湾岳を中心とした奄美大島西部の合計23区画で生育が確認された。東部では金作原周辺と松長山(標高455m)、和瀬峠近隣、小湊で生育地が確認された。西部では湯湾岳より西に伸びる尾根筋の稜線近くに点在し、今里から芦検にかけての峠付近まで見られた。北部では小川岳(標高528m)や名音周辺、マテリアの滝近隣、南部ではヤクガチョボシ岳近くの稜線や住用川に流れ込む谷の上部、役勝川に南面したピーク(標高282m)に見られた。役勝川以南には分布しないと思われていたが、鳥ヶ峰に続く尾根や鳥ヶ峰上部に少数の個体群があった。広葉樹で覆われた稜線斜面や稜線を好み、沢筋には少なかった。フジノカンアオイとの混生は湯湾岳周辺では普通であった。グスクカンアオイとは金作原から松長山稜線とヤクガチョボシ岳(標高440m)の南東尾根で混生地が見られ、カケロマカンアオイとの混生は鳥ヶ峰にだけにしか見られなかった。

② フジノカンアオイ *Asarum fudsinoi* 図13

奄美大島固有種である。本種の分布域内にあり以前は局地的な変種とされていたオオフジノカンアオイやヤンマカンアオイは、菅原(2010)に従い、本稿ではフジノカンアオイとして扱った。本種は奄美大島に分布するカンアオイの中で最も広域に分布し81区画で見られた。東西で見ると東北部の海岸の小岬から南西部の戸倉山(標高411m)周辺まで、南北で見ると北は笠利半島にある個体群を含め長雲峠周辺から南は油井岳周辺まで、島の北部海岸から中部、西部の山岳部を中心に広く確認された。平地から山頂まですべての標高帯でみられたが、湿度の高い林を好む傾向があった。乾燥した林の場合は、溪流沿い(住用役勝川、住用川など)の岩上や河岸、谷沿いに小さな集団が見られた。北部から中部にかけてのオオバカンアオイの分布地では、オオバカンアオイと同所的にも見られた。しかし、乾燥が強い場所ではフジノカンアオイは斜面の下方の沢に近いところに見られた。中南部のグスクカンアオイの分布地ではグスクカンアオイと同所的に見られることが多かった。

③ グスクカンアオイ *Asarum gusk* 図14

奄美大島固有種である。本種の分布は島の中南部に偏り、北は松長山周辺、南は滝ノ鼻山まで、東は和瀬峠周辺、西は住用川を越えて湯湾岳に繋がるヤクガチョボシ岳

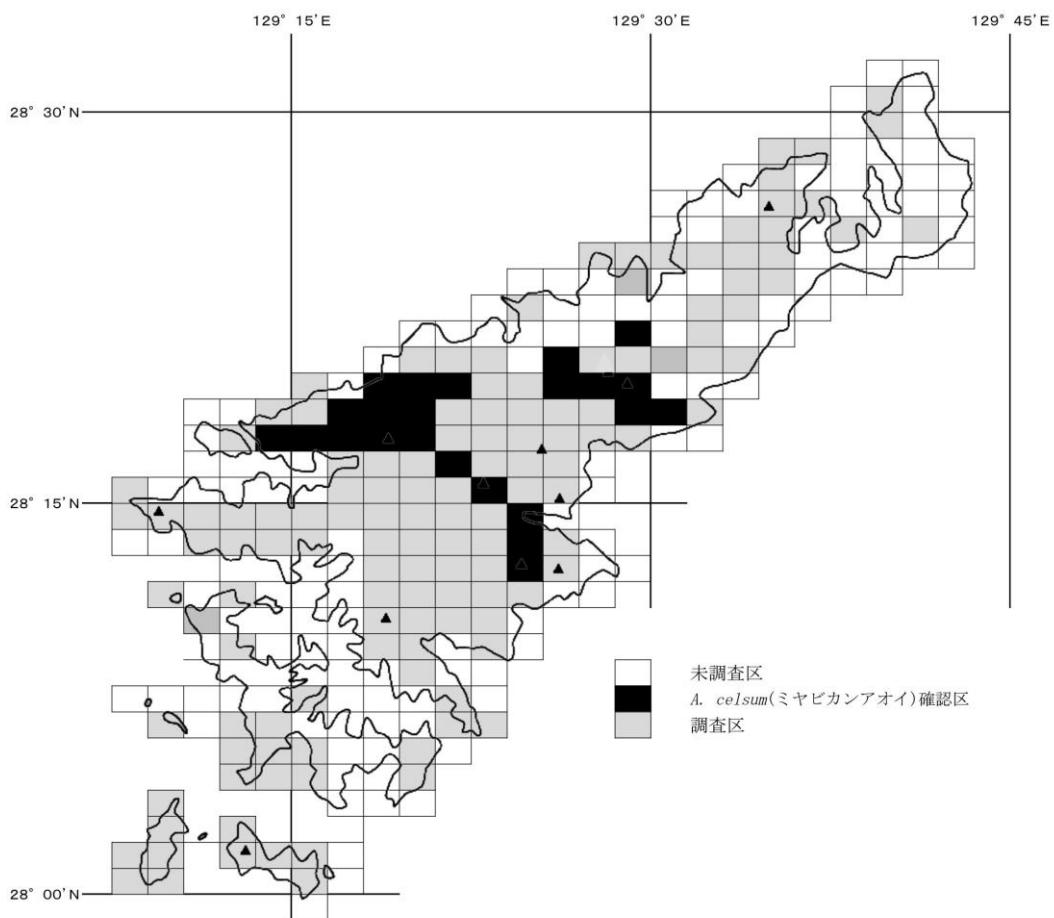


図 12 ミヤビカンアオイ *A. celsum* の分布.

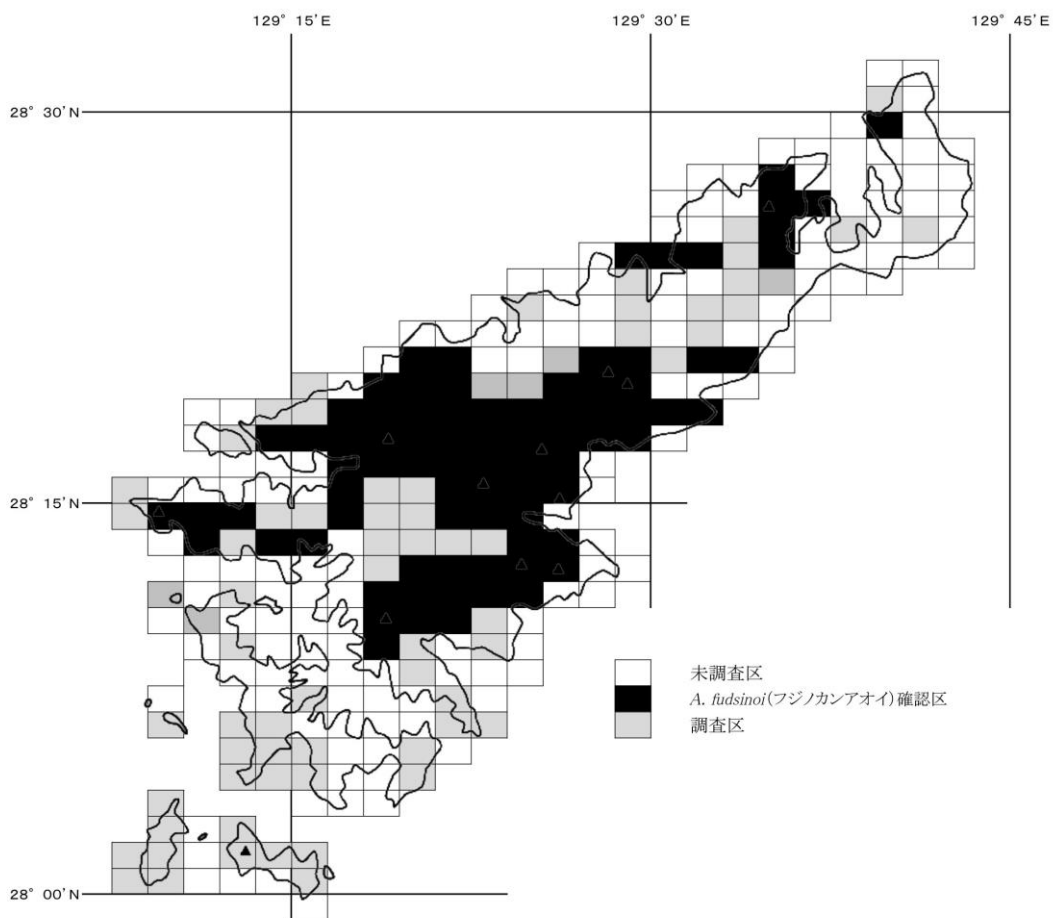


図 13 フジノカンアオイ *A. fudsinoi* の分布.

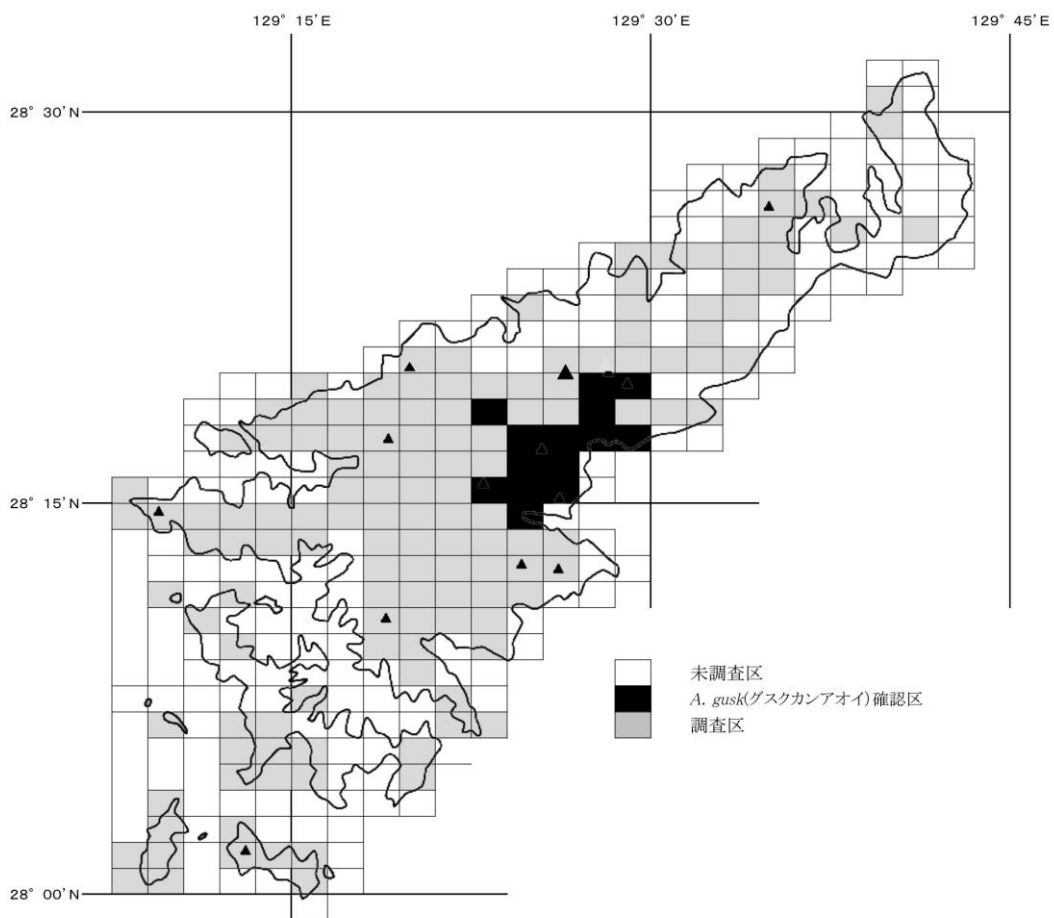


図 14 グスクカンアオイ *A. gusk* の分布.

の山系まで14区画に広がっていることが分かった。役勝川の南西側では発見できなかった。山頂部より、やや下がった中腹の上部にあたる標高300-450mでの自生が多かった。現在判明している分布域は、東西方向では松永山とヤクガチョボシ岳に挟まれ、南北方向では湯湾岳から金作原の方に延びる中央林道沿いの山並みの南側と役勝川に囲まれた地域が中心である。金久田川と川内川の源流部分は分布域である可能性が大であるが、私有の山林が広がり立ち入り調査が困難なため調査できなかった。

④ オオバカンアオイ *Asarum lutchuense* 図15

奄美大島と徳之島だけに分布する。奄美大島では住用川の東北側に広く分布し、34区画で見られた。北端は笠利半島最北の海岸林から、大和村大棚の東シナ海沿岸の山地にいたるまで確認された。西端は住用川上流東岸側の源流山地頂上で、南は金作原、小湊周辺から奄美市住用滝ノ鼻山まで確認できた。島の西北部の住用川を隔てた西側にあたる湯湾岳周辺や住用湾の西側、鳥ヶ峰、金川岳山系やそれに続く油井岳、戸倉山に連なる山系からは見つからなかった。大和村の住用川源流域の東側に位置する山(標高520m)や金作原、和瀬峠、龍郷、笠利などでは、フジノカンアオイとの混生が見られた。同所的に分布していても、フジノカンアオイよりは乾燥に強く、分布の重なる場所では乾湿による棲み分けが認められた。徳之島では三方通岳東側(標高370m)で確認された。

⑤ トリガミネカンアオイ *Asarum pellucidum* 図16

奄美大島固有種である。奄美大島南東部のごく限られた2区画からだけ確認している。命名者の一人である山幡が本種を発見した1979年には、局地的ではあったが林道の傍でも見られた(山幡談 Oct. 2012)。現在では個体数が著しく減少している。確認できた自生地は大島南部の鳥ヶ峰と金川岳を結ぶ線より北側の10カ所(標高231m-410m)のみであった(半径2km以内)。いずれの自生地も地形的に不安定な伐採跡地の谷の源頭で、同時期に伐採された周囲の林と比べても植生回復が良くない場所である。

⑥ カケロマカンアオイ *Asarum trinacriforme* 図17

奄美大島と加計呂麻島、請島に分布し、22区画で確認された。与路島は全島調査したが確認できなかった。請島では大山の上部(標高270m以上)で見られた。加計路麻島では於斎、伊子茂集落近隣の標高の低い山地林内と芝集落近隣。奄美大島では西端

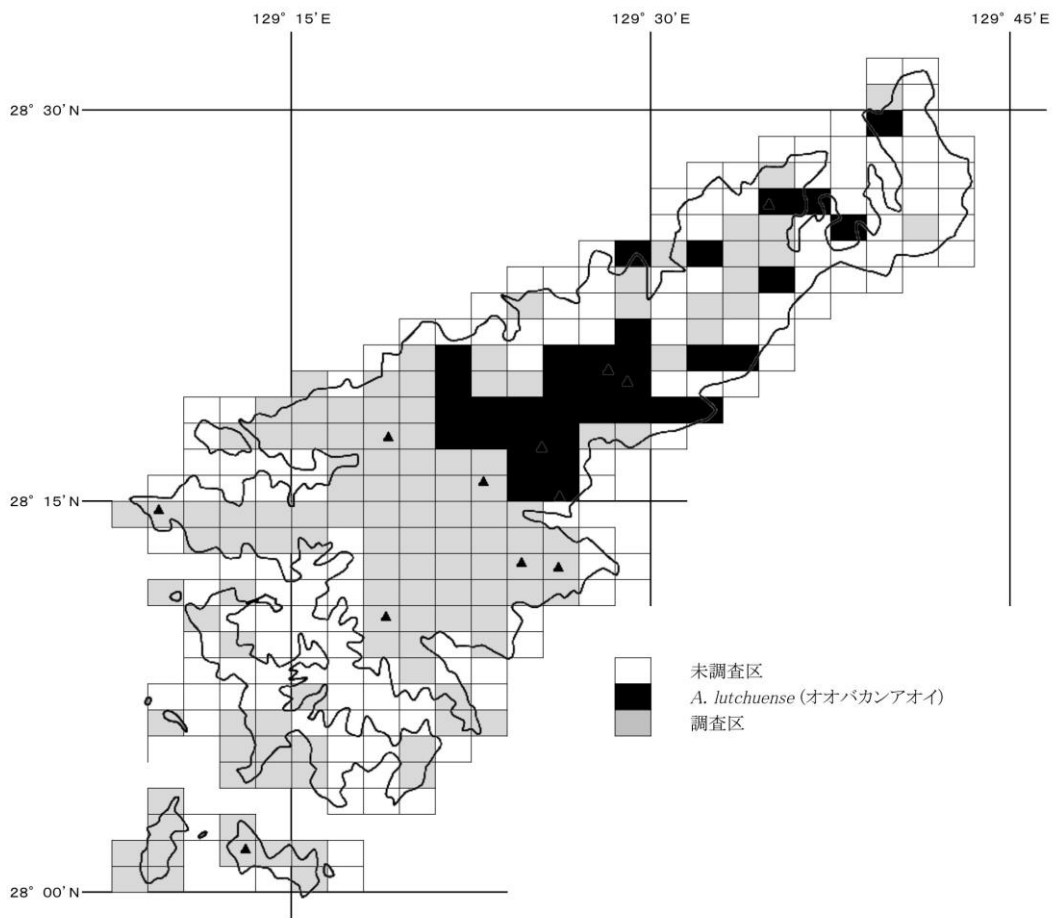


図 15 オオバカンアオイ *A. lutchuense* の分布.

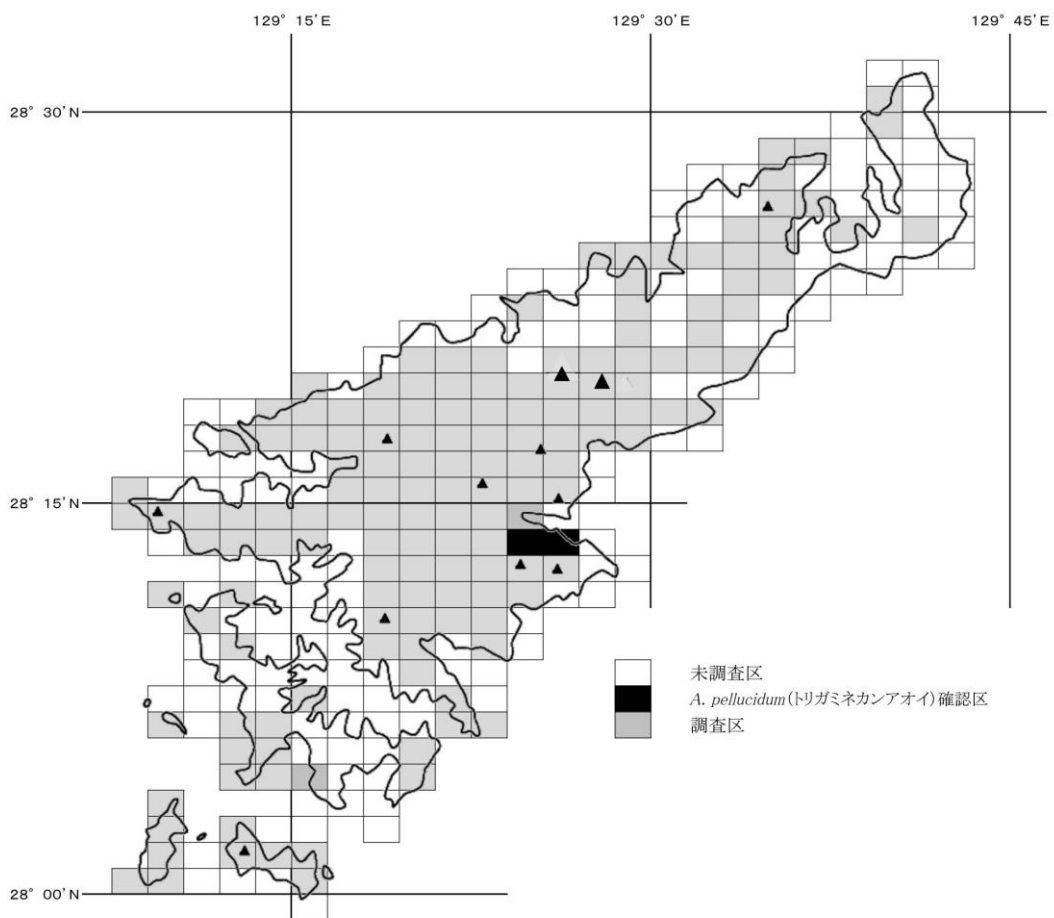


図 16 トリガミネカンアオイ *A. pellucidum* の分布.

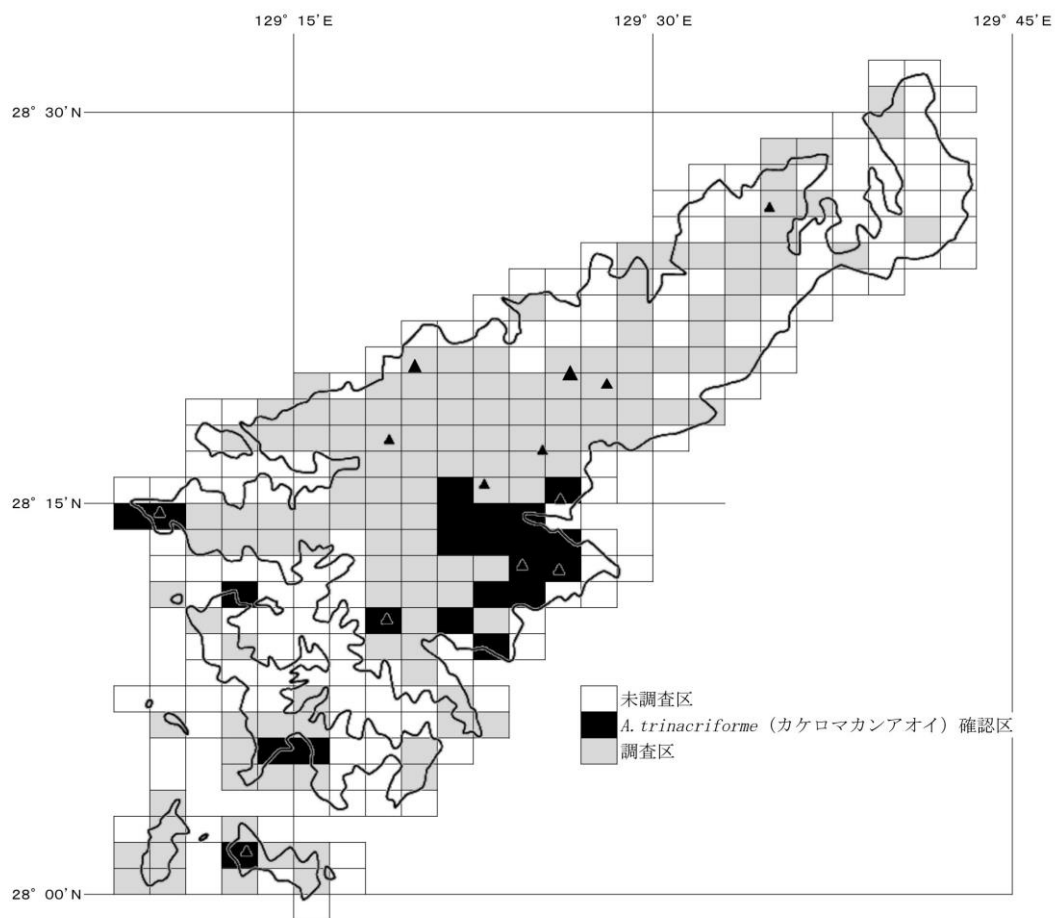


図 17 カケロマカンアオイ *A. trinacriforme* の分布.

部の曾津高崎、戸倉山周辺から西南部の油井岳、網野子峠、嘉徳川流域、鳥ヶ峰、金川岳周辺から東南部の山間周辺まで南部地域に広く分布し、最近になって全く知られていなかったヤクガチョボシにつながる役勝川の北側の山地でも確認した。役勝川の北側のカケロマカンアオイは宇検河内川の右岸上流部にまで見られた。中間地点に当たる赤房林道沿いの河内川に流れ込む支流の源頭付近の谷にも見られるところがあり連続分布していた事を示唆する。住用川左岸(東側)では、三太郎峠中腹で数株確認した。

3.3.3. 垂直分布

各種の標高分布を表3に示した。フジノカンアオイは標高5mから島内の最高地点である標高694mまで連続的に生育していることが分かった。ミヤビカンアオイも空白標高域があるが、標高50mから650m以上まで見られた。カケロマカンアオイはその分布域内では最高標高を示す山の山頂部(標高467m)まで自生していた(分布域には500m以上の山がない)。グスクカンアオイとトリガミネカンアオイは中標高域に限ってみられ、分布高度の幅が最も狭かった。オオバカンアオイはフジノカンアオイと混在する地域では湿潤な山頂部には少なく、少し乾いた中標高に多かった。何れの種においても低地での自生地は湿度の供給可能な沢筋やその近隣で湿った風の吹き抜ける場所に限られた。

3.3.4. 同所的分布

奄美群島における本属複数種の同所的な分布については堀田他(2005)でも言及されているが、同所性のスケールがかなりおおまかに捉えられている。今回の調査では、株間距離が20m以下の場合を同所的であるとみなし、その結果、次のような知見が得られた。すべての種において最小でも他の1種との同所的分布が確認された。とくにフジノカンアオイは、トリガミネカンアオイをのぞくすべての種と同所的である例が観察された。同所的生育地点は多数存在し、これまで知られなかったミヤビカンアオイとカケロマカンアオイの組み合わせや、ミヤビカンアオイとグスクカンアオイの組み合わせも見られた。さらに、種内変異について次のような新知見を得た。フジノカンアオイには葉の表面の光沢の有無で2つのタイプがあるが(堀田他 2005)、これらは例えば住用川上流部(区画 No. 181)、油井岳(No. 114)で同所的に存在する。ミヤビカ

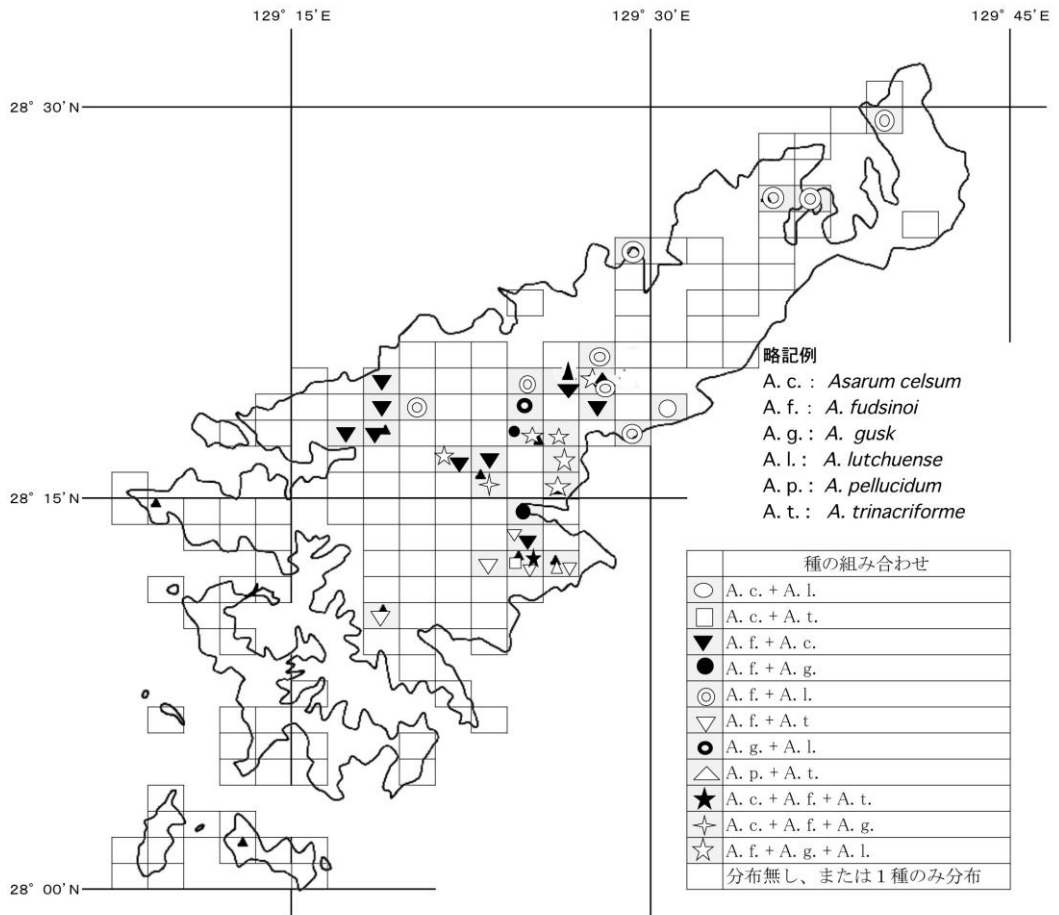


表 3. 奄美大島と属島のカンアオイ6種の垂直分布.

標高 (m)	ミヤビカンアオイ	フジノカンアオイ	グスクカンアオイ	オオバカンアオイ	トリガミネカンアオイ	カケロマカンアオイ
651-697						
601-650						
551-600						
501-550						
451-500						
401-450						
351-400						
301-350						
251-300						
201-250						
151-200						
101-150						
51-100						
0-50 m						

図 18 2種以上の同所的生育地.

ンアオイ(鳥ヶ峰No. 185)とカケロマカンアオイ(請島大山No. 46)にも葉の表面構造に同様の2型が確認され、両型の混生が見られた。図18に同所的に生育していた種の組み合わせやそれぞれの位置を示した。

3.4. 考 察

フジノカンアオイは奄美大島の殆ど全域の山地と一部の低地で確認された。これまで島の北部に位置する笠利半島にはカンアオイは存在しないとされていた(堀田他2005)が、今回の調査で北端部の海岸林で確認することができた。名瀬周辺の海岸近くの谷間あるいは龍郷町赤尾木海岸の自生地は薪炭林や段畑に利用されていた場所である。笠利の自生地はソテツ畑がある斜面の端の小さな谷の急峻な崖地で、現在は耕作が放棄されているが1970年代までは段畑として利用されていた場所である。ここではフジノカンアオイがオオバカンアオイの群落に交じり、少数見られた。また同所的にフジノカンアオイだけの群落が数m上流の斜面に見られたが、より風当たりの少ない小窪地であった。これは本種がオオバカンアオイよりも空中湿度が高い所に適応しているためと考えられる。自生地のこのような状況から考えると、フジノカンアオイやオオバカンアオイは、かつては全島の低地にまでその分布が広がっていたが、地形変化や気候変動、営農や林地開発などの人間活動により分布域が分断されながら、それぞれの種が生育可能な環境条件の限界に応じて分布域が縮小されてきたと考えられる。

オオバカンアオイは奄美群島に分布するカンアオイの中で唯一奄美大島と徳之島の2島に分布するが、島間における形態的差異は認められない。したがって本種はかつて徳之島から奄美大島に連続して生育していたと推定される。徳之島での自生地は北部の狭い地域に限られる。奄美大島では、本種の分布は住用川以東にほぼ限定され、最近住用川の上流部西岸でわずかの個体がみついているが、そこでの生息域はごく限定されている。本種はフジノカンアオイと重なる分布域を示すが、乾燥の進んだ地域では本種が優占する。徳之島と奄美大島の間3島や奄美大島の住用川以西に存在しない理由は不明である。

ミヤビカンアオイは大島西部の湯湾岳周辺を中心に分布が広がっている。本種の分布は、そこから北方、西方の海岸までと、東方の金作原から和瀬峠、小湊山、南方の役勝川を越えて鳥ヶ峰にまで達している。今回湯湾岳からヤクガチョボシに至る地域で点々と小さな集団が見つかったが、金作原にいたる東行する山並みでは連続的な個

体群の分布を確認できなかった。この周辺では過去に広範囲な皆伐が行われ、稜線から谷に至る斜面が季節風の影響もあり非常に乾燥している。そのためカンアオイが生育し続けることが難しい環境であると推定される。地下部が生存している可能性もあるが、地上部は発見できていない。この状態が続くと個体群の再生は難しいと判断される。

グスクカンアオイはこれまで滝ノ鼻山、三太郎峠周辺や松長山周辺以外では知られていなかった(堀田他 2005)が、本研究の結果、はるかに広範囲に分布することが分かった。現在の個体群の分布をみると滝の鼻山から奄美中央林道にかけての住用川東岸のタカバチ山周辺に生育する個体数が多い。湯湾岳から金作原につながる中央林道に並行する山地でもみられ、最西端ではミヤビカンアオイとの混生もある。タカバチ山周辺では、オオバカンアオイやフジノカンアオイと同所的生育地が見られ、この混生地には顎口部分の皺や顎片の状態、顎片の質感が典型的なグスクカンアオイの形質とは違う個体がしばしば見られる。栽培下ではグスクカンアオイはオオバカンアオイやフジノカンアオイとの交雑で高率の花粉稔性を示すことがわかっている(伊藤・湯浅 2000)。タカバチ山では異種間の自然交雑が起こった結果、典型的でないグスクカンアオイが生じている可能性がある。

トリガミネカンアオイは他の5種に比べると生育個体数が著しく少ない(2012年に確認できたのは100個体以下)。確認できた10地点は南部の鳥ヶ峰、金川岳山系の半径2kmの範囲にあり、極めて局所的な分布をしていた。現在の生育地の植生はいずれも貧弱で、樹勢も良いとはいえなかった。また源頭の土壌が露出していて、降雨による崩壊をまねきやすい不安定な地形の場所であった。本種の植物体は小型なので、他の林床植物が勢いよく育つような場所では被陰により生存上不利であると考えられる。上述のような環境の中では、安定した石や樹木の根元に生育している。乾燥した尾根であっても下側で湿度が保たれるような場所では自生が確認されている。本来の生息適地は明らかでないが、おそらく湿潤な風が吹き抜ける尾根が主要な自生地であると推定される。

カケロマカンアオイはかつては請島、加計呂麻島、奄美大島東南部に分布(堀田他、2005)するとされていたが、2003年に瀬戸内町の西端でも見つかり、本研究において東南部の金川岳とつながる山地の幾つかの地点でも確認した。本種は奄美大島の西南部一帯には広く分布している。もともと役勝川以北には分布していなかったとも考えられるが、2013年に役勝川以北に4カ所の生息地を確認した。この事実も考えあわせると、カケロマカンアオイはかつて現在よりも広く連続して分布していたが、分断さ

れ局地化した可能性がある。本種はさらに北方にも生育している可能性があると仮定して、探索を進める必要がある。加計呂麻島の既知の産地は耕作地として利用されていたことから、薬用目的の人為分布の可能性も高いと考えられていた。しかし最近発見された自生地は海岸の急峻地であり、農耕地としては利用しようがない場所であった。既知産地は人為導入を否定しきれないが、本種が加計呂麻島にも自然分布することはほぼ確実と思われる。奄美大島でも役勝川以北の生育地は急峻な海岸であった。今後、このような環境を徹底的に調査することにより、加計呂麻島での分布がより一層解明されると期待される。本種には与路島の記録(菅原 1990e)もあるが、今回は確認できなかった。林内の乾燥化にともない個体群が縮小したか絶滅した可能性がある。ミヤビカンアオイと同様に本種の分布域はもう少し広いと考えるべきである。今後の調査によって奄美大島以外での自生地がさらに発見されれば、本来の生育環境を明らかにすることができるであろう。

表2に示されているように、自生環境の植生から見ると奄美大島のカンアオイ類は全種ともこの地域の常在樹種からなる常緑広葉樹林で見られる。特定の樹種の存在(あるいは欠落)と本種自生地の関係は見られなかった。森林内であれば極端な乾燥地や湿潤地でないかぎり生育は可能であると考えられる。関東地方では、カンアオイ類はスギ・ヒノキの人工林、落葉広葉樹などの多様な森林内に生育する(清 1972)。関西では、落葉広葉樹、モウソウチク林、田の畦、ネザサが優占する植生などで見られる(日浦 1978)。例えばタマノカンアオイ(*A. tamaense* Makino)はアズマネザサの群落、アカマツ・モミ林、コナラ・イヌシデ・アベマキを含む落葉広葉樹林、シラカシ・ヒサカキなどからなる常緑広葉樹林にみられ、特定の植生との結びつきはない(前川 1979)。四国においては竹林も含めた多様な森林の林床に生育する(久米 1986)。このように奄美大島のみならず、本州や四国においてもカンアオイの種と特定の植生との結びつきはないようである。

奄美大島ではカンアオイ類は一般的に中標高の201-300mでは生育密度が低い。これは全島的な伐採の影響で低標高部分が雲霧による加湿の恩恵を受けにくくなったからではないかと思われる。この高度では湿潤な溪谷の中や壁、海岸からの湿度の高い吹き上げの当たる場所でないとオオタニワタリやハウビカンジュのような南西諸島ではごく一般的な着生シダも見られない。標高300m以上では降雨がなくとも雲霧の影響で林内は高い湿度を維持することができる場所が多くなる。年間を通じての気温も亜熱帯域とされる平地部よりは低く(IW 180以下)、元々暖温帯林起源のカンアオイ(堀田 1974; 吉良 2012)の生育にはより適していると考えられる。清(1972)は、南

部フォッサマグナ西縁にある静岡県中部富士川周辺で見られる5種のカンアオイは、日射が強く乾燥する南斜面より湿潤な北斜面に多いと述べている。また若松他(2009)もタマノカンアオイ生育地が南向き斜面に存在しないという点で前川(1979)と同じ観察結果であったと報告している。奄美大島においてもカンアオイ類は湿度を保ちやすい北向き斜面に多いと考えられる。今回の調査では与路島、須子茂離、江仁屋離島、枝手久島ではカンアオイ類は見られなかった。これは夏の高温期の乾燥がカンアオイ類の生存を困難にしているためと思われる。奄美大島でも、伐採による強度の乾燥や土壌流出、あるいは盗掘による個体群の消滅が各所で見られた。しかし利用されなくなった林道や、頻繁に攪乱を受ける川岸にも生き残る個体がしばしば見られ、さらに造成地の芝地にも出現する例がある。ある程度の攪乱にたいしては環境適応力があると考えられる。

第4章 奄美大島におけるフジノカンアオイの生活史

4.1. はじめに

奄美大島は暖温帯と熱帯との境界に位置し、亜熱帯的気候をもつ。生物地理学上の分布境界として有名な渡瀬ラインのすぐ南に位置する。自然林の植生としてはオキナワスダジイ、イスノキ、イジュ、モクタチバナなどが優占する森林である。本州のカンアオイ類の調査は、林(1937)、日浦(1978)、菅原(1988)、杉浦(1999)が、本州の一部の種について開花フェノロジー、訪花生物、種子散布の調査をしているが、南西諸島の種については前川(1980)が八重山に産する種について概略的に述べているだけである。本研究では、先行研究のいずれの調査地とも気候条件が異なる奄美大島においては、特異な生活史上の性質が認められると仮定し、比較的生息密度が高く集団間の比較が可能なフジノカンアオイについて3つの調査区(図10)を定め、開花フェノロジーの調査を実施した。またこれら3調査区を含む複数の自生地で生活史、訪花生物、種子散布について観察を行った。

4.2. 調査地と調査方法

4.2.1. コドラートの設置と気温測定

奄美大島の互いに離れた3地点、和瀬峠(PW)、金川岳(PK)および湯湾岳(PY)に12m x 12mのコドラートを1個ずつ設置し、それぞれを1mメッシュで区画した(図10)。ただし和瀬峠(PW)では調査の途上で対象のカンアオイが盗採されたため、新たにPW-2を設定し、もとの区をPW-1とした。コドラート内で直射や降水の影響の少ない位置に温度計測用センサー(NKラボラトリーズ サーモクロンGタイプ温度ロガー)を地表近くに固定した。これらの3箇所のコドラートはそれぞれ、山系が異なっていること、調査開始当時は群落が観察可能であったこと、現場までのアクセスが余り困難でないなどの理由で選んだ。

和瀬峠調査区の標高はおよそ370m。上述の理由でコドラートを2カ所(PW-1, PW-2)設定した。植生、斜面方向、傾斜角、地表部気温、相対照度を記録した。金川岳調査区の標高はおよそ400m。植生、斜面方向、傾斜角、地表部気温、相対照度を記録した。湯湾岳調査区の標高はおよそ650m。植生、方角、傾斜角、地表部気温、相対照度を測

定した。

3 調査区の植物相を表 4-6 に、標高と気温を表 7 に示した。調査区内に生育中のすべての個体に番号をつけ、図上の区画に位置を記入した。2008 年 9 月から 2010 年 5 月まで不定期に花芽の出現から果実の完熟までを観察した。カンアオイの自生地を見回った。新芽の発芽が始まるのは 9 月下旬から 10 月初旬であるが、一斉に始まるわけではなく、同所においてもばらつきがある。発芽は当年の萼筒の脱落痕の下、古い根茎の葉や萼筒脱落部分の下に膨らみが出てきた時点を発芽と判断した(図 19)。開花は従来経験から最も早い個体では 12 月と推定し、2008 年 12 月から 2009 年 5 月までの期間、週 1 回あるいは必要に応じて毎日見回り、すべての個体のつぼみの出現、開花のプロセス、受粉の有無、着果、完熟などを記録した。

4.2.2 葉面積の測定と開花の記録

葉の面積と開花の関係を調べるために、すべての葉の伸長成長が停止した 2008 年 6 月に調査区内のすべての株について葉の面積を測定し、翌年、開花の有無を記録した。葉面積を測定するさい、葉を水平に保つため、葉柄を差し込むための切り込みを入れた台紙を葉の下に差し込み、真上から撮影した(図 20)。画像計測ソフトウェア (lenara221. XLS) を使用し、パーソナルコンピュータ画面上で葉の外縁を認識させ、その内側の面積を半自動計測した。

4.2.3 訪花(果)動物

訪花動物を調べるため、コドラート近くの開花株や他の自生地を回り、開花した花を探し、花柄部分から切り取り、プラスチック遠沈管に入れ持ち帰り、シャーレの上で縦に切断後、内部を裸眼で観察した後、実体顕微鏡で詳細に検鏡し、生物の有無を確認した。生物が見つかった場合、それが花のどの位置にどのような状態で存在したかを記録し、さらに体表に花粉が付着しているかどうかを確認し、必要に応じて写真撮影を行った。その後、生物を捕獲し、70%エタノールを入れた容器に入れて固定し、実体顕微鏡下で同定した。種名の判明しなかった生物は専門家に同定を依頼した。一部の生物についてはビデオ撮影やデジタルカメラでの写真撮影を試み、行動を記録した。

表 4. 金川岳調査区(PK)の植物相.

調査地：鹿児島県大島郡奄美市住用 金川岳	地図名	山間	GPS N 28 12 37.1
	1:25,000	NH-52-18-11-2	E 129 25 50.2
	標高 396 m	南東向き	林内比較照度： 0.18
樹種名		和名	
<i>Castanopsis sieboldii</i>		オキナワジイ	
<i>Quercus miyagii</i>		オキナワウラジロガシ	
<i>Quercus glauca</i> var. <i>amaniana</i>		アマミアラカシ	
<i>Ardisia creanata</i>		マンリョウ	
<i>Ardisia quinquegona</i>		シシアクチ	
<i>Ardisia sieboldii</i>		モクタチバナ	
<i>Prunus zippeliana</i>		バクチノキ	
<i>Elaeocarpus sylvestris</i>		ホルトノキ	
<i>Elaeocarpus japonicus</i>		コバンモチ	
<i>Psychotria rubra</i>		ボチョウジ	
<i>Psychotria serpens</i>		シラタマカヅラ	
<i>Randia canthioides</i>		シマミサオノキ	
<i>Damcanthus indicus</i> var. <i>intermedius</i>		ヒメアリドオシ	
<i>Bredia hirsuta</i>		ハシカンボク	
<i>Blastus cochinchinensis</i>		ミヤマハシカンボク	
<i>Camellia japonica</i>		ヤブツバキ	
<i>Turpinia ternata</i>		ショウベンノキ	
<i>Callicarpa oshimaensis</i>		オオシマムラサキ	
<i>Styrax japonicus</i>		エゴノキ	
<i>Rhododendron tashiroi</i>		サクラツツジ	
<i>Symplocos microcalyx</i>		アマシバ	
<i>Illicium anisatum</i>		シキミ	
<i>Sarcandra glabra</i>		センリョウ	
<i>Podocarpus macrophyllus</i>		イヌマキ	
<i>Persea japonica</i>		ホソバタブ	
<i>Wendlandia formosana</i>		アカミズキ	
<i>Antidesma japonicum</i>		ヤマヒハツ	
<i>Aucuba japonica</i> var. <i>australis</i>		ナンゴクアオキ	
<i>Calanthe triplicata</i>		ツルラン	
<i>Calanthe amamiana</i>		アマミエビネ	
<i>Goodyera hachiyoensis</i>		ハチジョウシュスラン	
<i>Verxillabium yakushimense</i>		ヤクシマヒメアリドオシラン	
<i>Gastrochilus japonicus</i>		カシノキラン	
<i>Marsdenia tomentosa</i>		キジョラン	
<i>Croonia japonica</i>		ヒメナベワリ	
<i>Alpinia intermedia</i>		アオノクマタケラン	
<i>Diplazium mettenianum</i>		ミヤマノコギリシダ	
<i>Arachinoides amabilis</i>		ヤクカナワラビ	
<i>Diplazium donianum</i>		キノボリシダ	
<i>Dryopteris sordidipes</i>		ヨゴレイタチシダ	
<i>Pronephrum simplex</i>		ヒトツバコウモリシダ	

表 5. 和瀬峠調査区(PW)の植物相.

調査地：鹿児島県大島郡	地図名	住用		GPS N 28 18 27.3
奄美市 和瀬峠	1:25,000	NH-52-18-11-1		E 129 28 50.3
	標高 363 m	北向き		林内比較照度： 0.37
樹種名	和名			
<i>Castanopsis sieboldii</i>	オキナワジイ			
<i>Ardisia sieboldii</i>	モクタチバナ			
<i>Ardisia quinquegona</i>	シシアクチ			
<i>Prunus zippeliana</i>	バクチノキ			
<i>Turpinia ternata</i>	ショウベンノキ			
<i>Ficus erecta</i>	イヌビワ			
<i>Aucuba japonica</i> var. <i>australis</i>	ナンゴクアオキ			
<i>Psychotria rubra</i>	ボショウジ			
<i>Helwingia japonica</i> ssp. <i>liukuensis</i>	リュウキュウハナイカダ			
<i>Antidesma japonicum</i>	ヤマヒハツ			
<i>Symplocos microcalyx</i>	アマシバ			
<i>Bredia hirsuta</i>	ハシカンボク			
<i>Blastus cochinchinensis</i>	ミヤマハシカンボク			
<i>Calanthe triplicata</i>	ツルラン			
<i>Assarum fudsinoi</i>	フジノカンアオイ			
<i>Assarum lutchuense</i>	オオバカンアオイ			
<i>Alpinia intermedia</i>	アオノクマタケラン			
<i>Lirope muscari</i>	ヤブラン			
<i>Diplazium mettenianum</i>	ミヤマノコギリシダ			
<i>Arachnoides amabilis</i>	ヤクカナワラビ			
<i>Diplazium donianum</i>	キノボリシダ			

表 6. 湯湾岳調査区(PY)の植物相.

調査地：鹿児島県大島郡	地図名 湯湾	GPS N 28 17 000
宇検村湯湾岳	1:25,000 NH-52-18-11-3	E 129 19 000
	標高 670 m 北向き	林内比較照度： 0.21
樹種名	和名	
<i>Kadsura japonica</i>	ビナンカズラ	
<i>Sarcandra glabra</i>	センリョウ	
<i>Castanopsis sieboldii</i>	オキナワジイ	
<i>Quercus glauca</i> var. <i>amamiana</i>	アマミアラカシ	
<i>Ardisia crenata</i>	マンリョウ	
<i>Ardisia sieboldii</i>	モクタチバナ	
<i>Ardisia pusilla</i>	ツルコウジ	
<i>Ardisia quinquegona</i>	シシアクチ	
<i>Prunus zippeliana</i>	バクチノキ	
<i>Turpinia ternata</i>	ショウベンノキ	
<i>Distylium racemosum</i>	イスノキ	
<i>Elaeocarpus japonicus</i>	コバンモチ	
<i>Eurya emarginata</i> var. <i>minutissima</i>	マメヒサカキ	
<i>Cinnamomum doederleinii</i> var. <i>pseudodaphnoides</i>	ケシバニツケイ	
<i>Cinnamomum yabunikkei</i>	ヤブニツケイ	
<i>Illex integra</i>	モチノキ	
<i>Illex maximowicziana</i> var. <i>mutchagara</i>	ムッチャガラ	
<i>Syzygium buxifolium</i>	アデク	
<i>Schima wallichii</i> ssp. <i>liukuensis</i>	イジュ	
<i>Viburnum luzonicum</i>	オオシマガマズミ	
<i>Itea oldhamii</i>	ヒイラギズイナ	
<i>Sapium japonicum</i>	シラキ	
<i>Psychotria rubra</i>	ボチョウジ	
<i>Symplocos prunifolia</i>	クロバイ	
<i>Symplocos microcalyx</i>	アマシバ	
<i>Wendlandia formosa</i>	アカミズキ	
<i>Aucuba japonica</i> var. <i>australis</i>	ナンゴクアオキ	
<i>Myrica rubra</i>	ヤマモモ	
<i>Neolitsea aciculata</i>	イヌガシ	
<i>Illicium anisatum mokurenii</i>	シキミ	
<i>Persea japonica</i>	ホソバタブ	
<i>Microtropis japonica</i>	モクレイシ	
<i>Rapanea neriifolia</i>	タイミンタチバナ	
<i>Aucuba japonica</i>	アオキ	
<i>Bredia hirsuta</i>	ハシカンボク	
<i>Dendropanax trifidus</i>	カクレミノ	
<i>Rhododendron tashiroi</i>	サクラツツジ	
<i>Psychotria rubra</i>	ボチョウジ	
<i>Symplocos glauca</i>	ミミズバイ	
<i>Callicarpa oshimensis</i>	オオシマムラサキ	
<i>Glochidion zeylanicum</i>	カキバカンコノキ	
<i>Gardenia grandiflora</i>	クチナシ	
<i>Euscaphis japonica</i>	ゴンズイ	

<i>Vibum odoratissimum</i>	サンゴジュ
<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	モッコク
<i>Psychotria serpens</i>	シラタマカズラ
<i>Damnacanthus indicus</i> var. <i>microphyllus</i>	ヒメアリドオシ
<i>Asarum fudsinoi</i>	フジノカンアオイ
<i>Asarum celsum</i>	ミヤビカンアオイ
<i>Calanthe triplicata</i>	ツルラン
<i>Liriope muscari</i>	ヤブラン
<i>Alpinia intermedia</i>	アオノクマタケラン
<i>Alpinia japonica</i>	イズハナミョウガ
<i>Balanophora yuwanensis</i>	ユワンツチトリモチ
<i>Diplazium donianum</i>	キノボリシダ
<i>Arachniodes amabilis</i>	ヤクカナワラビ
<i>Diplazium pullingeri</i>	ハンコクシダ
<i>Dryopteris erythrosora</i>	ホコザキベニシダ
<i>Arachniodes sporadosora</i>	コバノカナワラビ
<i>Diplazium mettenianum</i>	ミヤマノコギリシダ
<i>Plagiogyria</i> sp.	キジノオシダ
<i>Crepidomanes auriculatum</i>	ツルホラゴケ
<i>Diplazium wichurae</i>	ノコギリシダ
<i>Thelypteris cystopteroides</i>	ヒメハシゴシダ
<i>Selaginella doederleinii</i>	ミドリカタヒバ
<i>Microsorium brachylepis</i>	ヌカボシクリハラン
<i>Asplenium normale</i>	ヌリトラノオ
<i>Lepisorus thunbergianus</i>	ノキシノブ
<i>Crepidomanes liukuense</i>	リュウキュウホラゴケ
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i>	マメヅタ

表 7. 生活史調査区の気温.

	標高	平均気温	最高気温	最低気温
金川岳 PK	396m	18.4	28.0	4.0
和瀬峠 PW	363m	18.0	28.0	5.0
湯湾岳 PY	670m	16.7	25.0	2.0
手安	3m	21.0	34.5	5.5

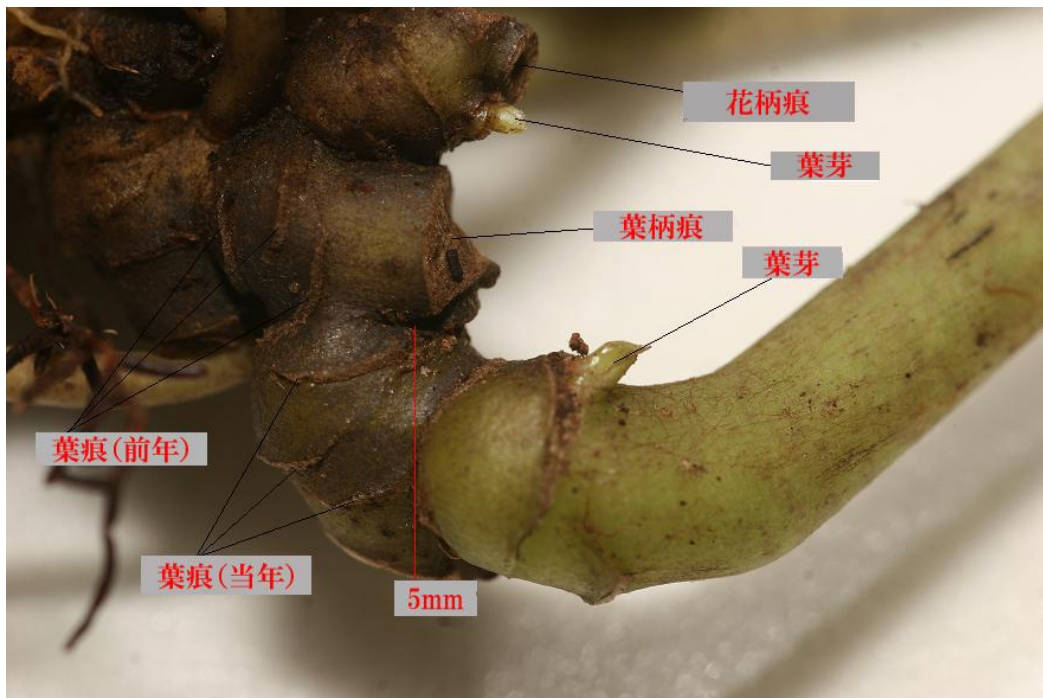


図 19 フジノカンアオイの根茎先端部.



図 20 葉面積計測のための写真撮影方法.

4.2.4. 種子散布

カンアオイ属の種子は水に浮かず、また風散布するほど軽くはない。そのため重力散布や動物による散布が推定されている。堀田(1974)はカンアオイの種子はアリにより散布されることを示唆している。中西(1993)によるリストを見ると奄美大島で散布者になる可能性のあるアリはかなり(表8)存在する。そこで本研究では、アリが実際に種子を運んでいるか野外での観察を行った。また他の動物による散布の可能性(福永 2009)もあるので、種子に対して採餌行動をとる動物がいるかを観察と実験により確認した。多雨地帯である奄美では降雨により種子が流下する可能性もあるので、降雨時に生育地での観察を行った。

4.3. 結果

4.3.1 葉面積と開花の関係

3調査区のコドラートにおけるフジノカンアオイ個体の分布を図21-23に示した。前年における葉面積と開花の有無の関係を調べた。コドラート内の全株の葉の数と葉面積を測定し、翌年に開花したか開花しなかったかを記録した(表9)。葉の数は1-12枚で平均2.63枚、葉面積は14.6-1174 cm²で平均111.7cm²であった。葉数や葉面積の平均値にはコドラート間で差があり、複数葉をもつ株は葉面積も大きな傾向にあった。Willcoxon検定で解析した結果を図24に示した。3カ所のコドラートにおいて、すべての組合せで開花株と非開花株の集団の葉面積はどのコドラートにおいても有意差が認められた。本研究で観察した他のカンアオイの種においても同様の傾向が見られた。フジノカンアオイの株の寿命は不明であるが、長さ5cmの根茎(図25)をもつ株において、残存する葉痕から推測すると、発芽後最低15年を経過し9年前より開花痕のある株を見いだした。種子から発芽した最小部分は既に消失していたが、できる限り細い部分まで葉痕を観察したところ、根茎は平均すると年間に5~6mm伸張すると推定された。年に1枚の葉を出し、花は葉柄の付け根に1個つく(図26)。花の新芽は常に前年の葉に対して直角に伸びる。先端部の芽が潰れたり草勢が強いと、通常は潜芽となっている鱗片葉の付け根にある芽が膨らみ、分枝して成長を始める。大きく葉数の多い株は、分枝した枝先が多く、先端にある葉の枝数分が開花する。

表 8. 奄美大島でカンアオイ類の種子散布者になる可能性のあるアリ.

種名	和名	生息環境など	体長
アシナガアリ 属			
<i>Aphaenogaster irrigua</i>	サワアシナガアリ	林内	4-6mm
<i>A. luteipes</i>	イクビアシナガアリ	林内	4-6mm
アミメアリ属			
* <i>Pristomyrmex punctatus</i>	アミメアリ	林内, 林縁, 農地	2.5mm
アメイロアリ属			
<i>Nylanderia ryukyuensis</i>	リュウキュウアメイロアリ	林内	1.5-2mm
オオアリ属			
* <i>Componotus bishamon</i>	ホソウメマツオオアリ	林内, 林縁, 枯枝営巣	4-4.5mm
オオズアリ属			
<i>Pheidole fervens</i>	ミナミオオズアリ	疎林, 草原	3mm
<i>P. noda</i>	オオズアリ	林内	3mm
<i>P. pieli</i>	ヒメオオズアリ	林内	1.5mm
シリアゲアリ属			
<i>C. vagula</i>	クボシリアゲアリ	林内, 林縁	2-3mm
<i>C. sp. 5</i>	ハリナガシリアゲアリ	林内, 林縁	3mm
シワアリ			
<i>T. kraepelini</i>	ケブカシワアリ	林内, 林縁, 草地	2-3mm
<i>T. nipponense</i>	キイロシワアリ	林内, 林縁	3mm
トゲアリ属			
<i>Polyhachis moesta</i>	チクシトゲアリ	枯枝・茎営巣	6mm
ヒメアリ属			
<i>M. floricola</i>	フタイロヒメアリ	林縁, 枯枝	1.5mm
<i>M. intrudens</i>	ヒメアリ	林内, 林縁, 草地	1.5mm
ルリアリ属			
<i>Iridomyrmex itoi</i>	ルリアリ	林縁, 枯枝・茎営巣	2mm
ヒラフシアリ属			
* <i>Technomyrmex brunneus</i>	アシジロヒラフシアリ	疎林, 枯枝・茎営巣	2.5mm

中西(1994)が本州での調査にもとづきエライオソームを持つ植物種子の散布者としてあげたアリの属の中で、奄美大島に分布する種をリストアップした。オオアリ属は中西のリストには出ていない。海岸や裸地などに生息し、カンアオイ類の種子散布をする可能性の低い種は除外した。

*：奄美大島においてカンアオイ類の種子運搬を確認した種。

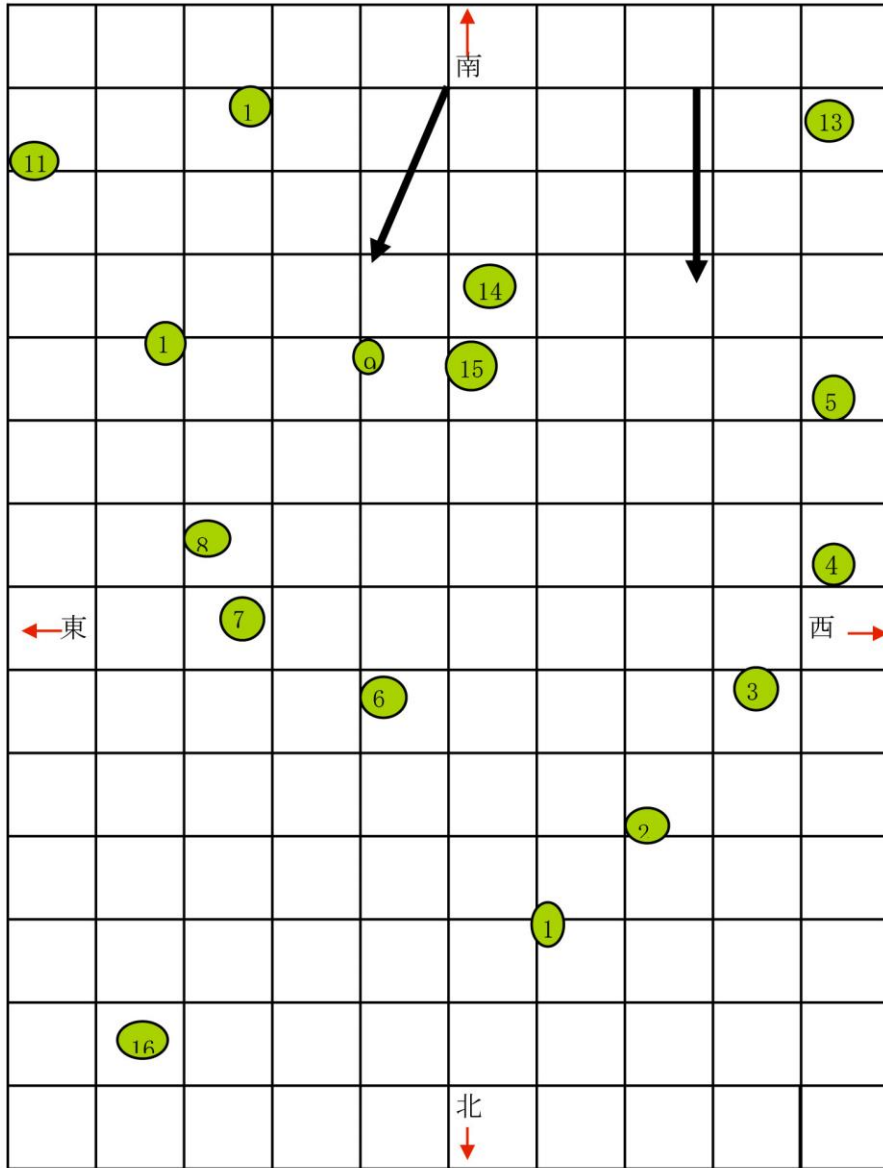


図 22 和瀬峠コドラート (PW2) におけるフジノカンアオイの個体の分布. 緑色の丸印は個体の位置、中の数字は個体番号、黒矢印は斜面の下方向を示し、赤矢印は方位を示す。1 マスは 1m x 1m。

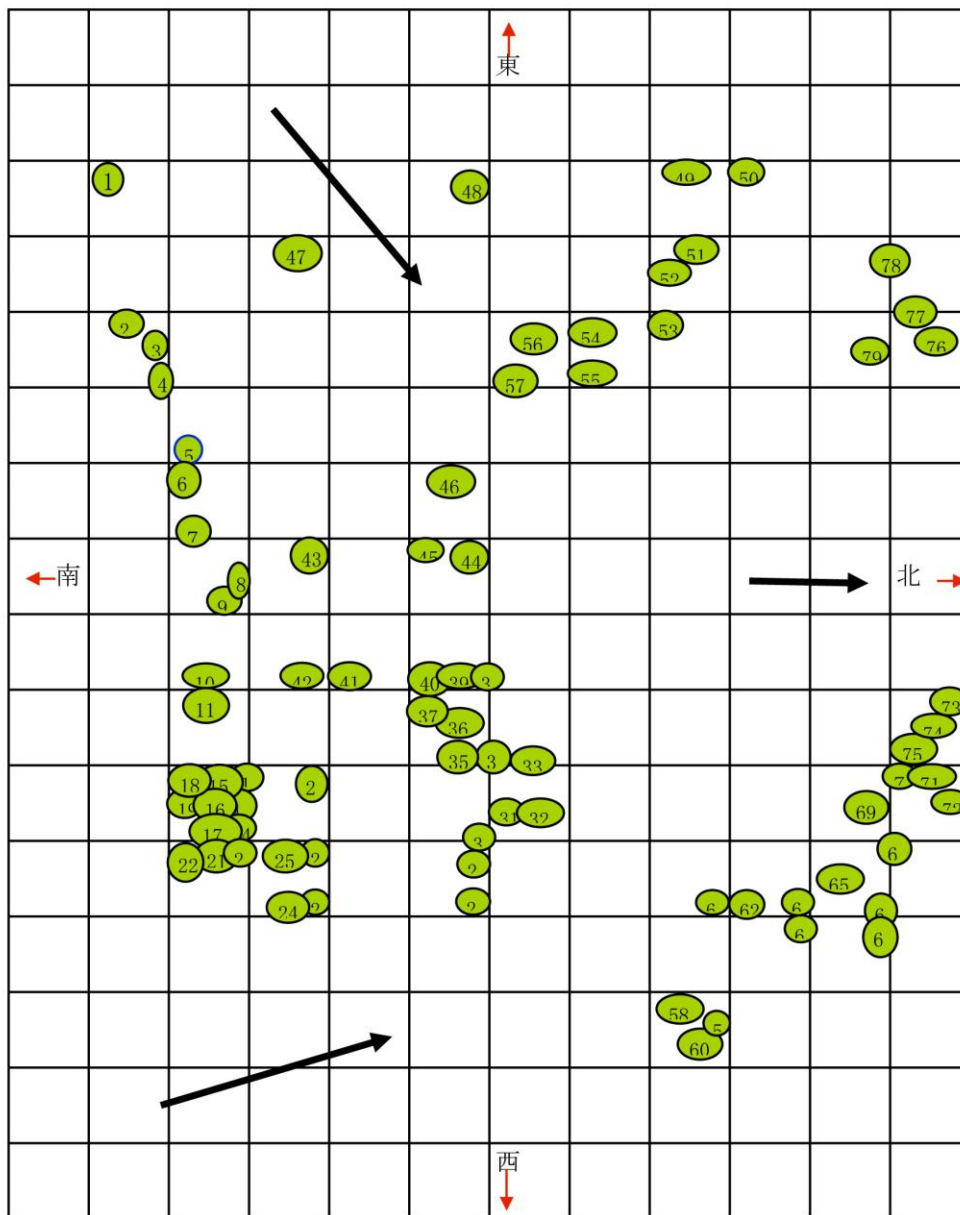


図 23 湯湾岳コドラート (PY) におけるフジノカンアオイの個体の分布. 緑色の丸印は個体の位置、中の数字は個体番号、黒矢印は斜面の下方向を示し、赤矢印は方位を示す。1 マスは 1m x 1m。

表 9. フジノカンアオイの株当の葉面積と花の数.

和瀬峠 PW-1		金川岳 PK				湯湾岳 P-Y					
葉面積 (cm ²)	開花輪数	葉面積 (cm ²)	開花輪数	葉面積 (cm ²)	開花輪数	葉面積 (cm ²)	開花輪数	葉面積 (cm ²)	開花輪数	葉面積 (cm ²)	開花輪数
269.8	0	55.5	0	103.4	1	76.6	0	76.8	0	67.0	0
50.2	0	126.6	0	179.8	1	110.6	0	80.5	0	80.9	0
439.0	0	140.4	0	71.1	1	60.7	0	75.6	0	104.3	0
100.7	0	103.3	0	319.2	1	28.8	0	64.8	0	53.3	0
242.4	0	351.4	0	145.4	1	14.6	0	100.8	0	82.0	0
113.9	0	44.6	0	208.9	1	16.3	0	86.7	0	146.1	0
122.9	0	42.0	0	62.0	1	74.6	0	74.1	0	81.2	0
310.8	1	60.1	0	110.4	1	23.4	0	65.7	0	84.1	0
461.7	1	95.4	0	135.4	1	97.5	0	66.1	0	16.1	0
394.6	1	74.1	0	212.6	1	52.8	0	54.2	0	291.0	0
347.3	1	108.0	0	115.6	1	100.0	0	67.8	0	26.4	0
小計	4	123.6	0	335.0	1	204.0	0	61.7	0	43.8	0
和瀬峠 PW-2		169.3	0	187.3	1	92.7	0	104.3	0	31.8	0
646.9	1	183.4	0	301.9	1	90.7	0	91.6	0	46.9	0
696.2	0	27.6	0	371.5	1	86.1	0	71.8	0	167.2	0
224.2	1	125.1	0	96.3	1	99.7	0	122.8	0	119.1	0
342.0	0	156.8	0	422.5	1	55.2	0	56.6	0	101.0	1
515.9	1	184.8	0	366.0	2	23.1	0	117.3	0	584.5	1
634.6	0	78.9	0	546.1	2	77.8	0	43.0	0	189.8	1
730.5	1	101.7	0	478.9	2	75.7	0	62.3	0	163.4	1
564.5	1	123.6	0	190.0	2	86.9	0	17.6	0	344.5	1
378.3	1	158.5	1	543.2	2	45.6	0	148.3	0	119.3	1
596.3	1	486.5	1	422.5	2	162.8	0	19.9	0	106.8	1
337.3	0	204.5	1	642.2	3	65.0	0	22.4	0	74.0	1
1174.3	0	245.4	1	小計	36	79.3	0	67.8	0	36.9	1
468.0	1					55	0	38.8	0	79.4	1
517.3	1									51.3	1
342.5	1									小計	11
445.5	1										
小計	11										

4.3.2. 開花と結実

カンアオイ類においては、前年の葉の付け根の新芽が膨らみ、先ず鱗片葉が開き、つぼみが膨らみながら葉も伸張し、開花した時には葉も概ね開ききっている。寒い時期に咲き始めると花は葉より早く開ききる。蕾が膨らんだ状態から開花までの期間は温度条件に影響を受け、1月および2月の低温期では長くかかり、気温の上昇にともなうその期間は短くなった。1例の観察であるが、2週間にわたるビデオカメラによる連続撮影(10分ごとに1秒)の結果、蕾が最大限に大きくなり、ほころび始めてから完全に萼裂片が開張するのに約80時間要した。萼裂片がしっかりして受粉したように見えても、結実にいたる株は少なく、今回の調査では全株数に対して結実したのはPWで18%、PKで22%、PYでは0%であった(表10)。一番気温の低い時期に開花するPKの個体に比べると、気温が上昇してから開花するPWの個体の方が、種子が完熟するまでの期間がおおよそ30日短かった(表11)。果実当の種子数は比較的安定していて、20前後であった(表12)。種子の平均重量(表13)にはかなりの変異が見られた。

2009年の調査では、開花は金川岳(PK)では1月16日から、和瀬峠(PW)では2月22日から始まったが、湯湾岳(PY)では4月13日にやっと始まった。このように開花開始には地域間でズレが見られた(図27)。また、コドラート内での最初の花の開花開始から最後の花の開花開始までの期間は、PWではおおよそ20日、PKではおおよそ40日、PYではおおよそ2ヶ月であった。開花率は、コドラート間でかなりの差異があった。PW-1、-2とともに69%、PKで71%、PYで15%であった(表10)。図28にフジノカンアオイの成長段階をまとめて示した。

根茎からの鱗片葉(花芽と新葉を包んでいる)の出芽の時期はおおよそ9月末から10月初旬であった。PWおよびPKでは鱗片葉は徐々に膨らむがPYでは殆ど膨らむことなく小さいままで冬季を越し、他の産地の開花が終わる3月になり膨らみ始める。前年に散布された種子が3月頃から発芽を始め、夏には地上部が枯れる。親株の株下に生育する2年目の苗は大半が消滅する(図29)。カンアオイの種子の発芽率は高い。しかし、親株の根元に発芽した苗の大半は成長過程で枯死し、親株から離れた所で発芽した個体だけが残る傾向があった。長く維持された古い株では、異なった方向に広がって延びた根茎の間が切れ、栄養繁殖によって増殖した形跡があった。そのような場合には多数の株が近接して存在する。

表 10. 調査区の株密度、開花率および着果率.

	株数	株密度	開花数	開花率	着果数	着果率
金川岳 PK	49	0.49本/m ²	36	36%	11	22%
和瀬 PW-1	28	0.28本/m ²	3	10%	0	0%
和瀬 PW-2	16	0.16本/m ²	11	69%	3	19%
湯湾岳 PY	79	0.79本/m ²	12	15%	0	0%

表 11. 開花日から種子の完熟まで追跡できた2例.

コード	開花日	完熟確認	完熟までの日数
和瀬峠 (個体No. 13)	3月7日	5月27日	77日
金川岳 (個体No. 8)	1月16日	5月6日	101日

表12. 果実当の種子数.

	果実数	最小	最大	平均
和瀬峠	3	19	22	20.3
金川岳	9	12	24	19.0

表 13. 種子の重量(mg).

	種子数	最小	最大	平均
和瀬峠	61	9.8	14.5	12.5
金川岳	171	7.1	11.2	9.2

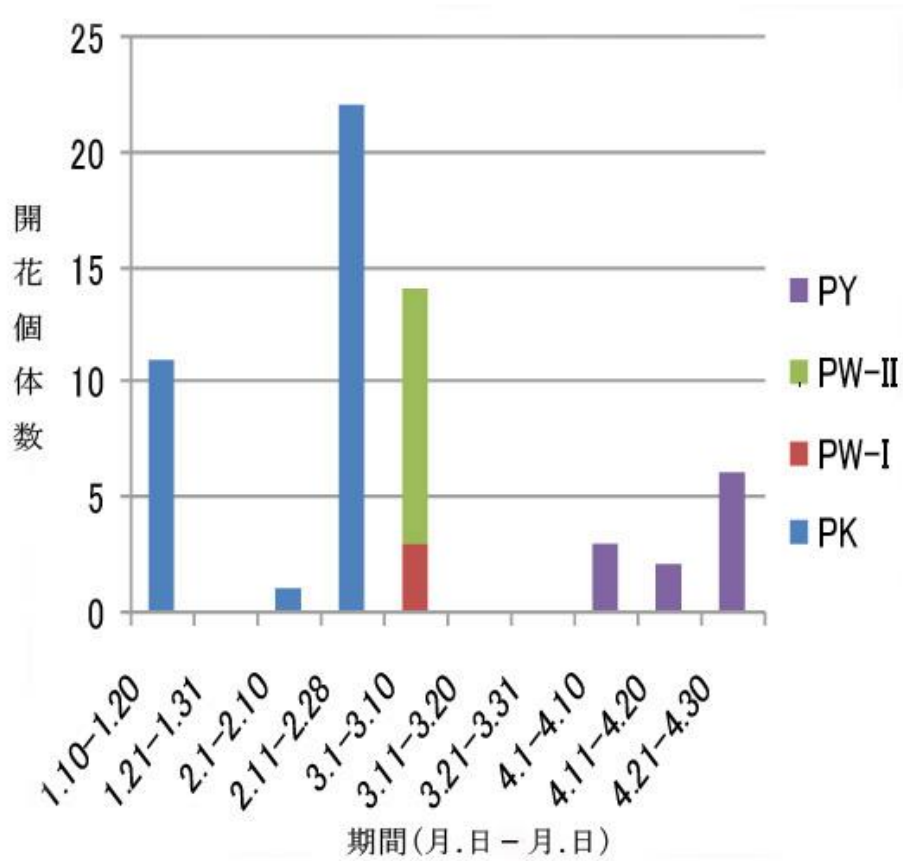


図 27 調査地による開花期の違い.



図 28 フジノカンアオイの成長段階. 葉芽の成長(A, B, C, D)、蕾(E, F, G)、開花開始(H)、開花(I)、非受粉花(J)、食害された花(K)、不完全な受粉(L, M)、種子流産(N)、未熟種子(O)、完熟落果(P)、実生(Q)、種子に集まるアリ(R).



図 29 フジノカンアオイの実生. A. 発芽直後の実生、B. 親株の周囲に散在する 1-2 年生の実生.

4.3.3 訪花(果)動物

カンアオイ属は花卉が退化していて、花冠のように見える部分が萼筒である。受精しても萼片は脱落しないため、開花してから種子が完成するまで萼筒の変化が乏しいため、受精前なのか完熟果なのか判別しにくい。ただしよく見ると熟度の進んだ果実では子房が肥大して萼筒付属器の先端が押し出される。全部で271個の花を調べたところ、そのうち19.6%にあたる53個の花からおよそ40種の動物が見いだされた(表14)。萼筒内で見つかった動物は、地表部で活動する節足動物が大半を占めた。これらの中ではコロニーを造っていたアリを除くと、粘管目(トビムシ)が9種42個体と最も多かった。次いでクモ目(5種12個体)も多く見られた。飛翔性の昆虫としては双翅目のキノコバエ類、短角類1種、鱗翅目の蛾3種、甲虫目8種の計13種が確認できた。その他に環形動物のヒルとミミズ、陸産貝類が数例見られた(図30)。

ヒルやミミズは萼筒の底部に見られ、ザトウムシやクモは採餌で移動途中のものと萼口に網を張るものが見られた(図31)。ダニは小型種が多く、花粉を付けて活動していたのはウデナガダニ一例のみであった(図32)。トビムシ類の種数は多かったが、花粉を付けている個体は観察できなかった(図33)。甲虫類では、ハネカクシ科 Staphylinidae の種が多く、ヒゲブトハネカクシ亜科 Aleocharinae の1種、オオキバハネカクシ亜科 Oxyporinae の1種の幼虫、Proteininae に属するハバヒロハネカクシの1種、シリボソハネカクシ亜科 Trachyporinae に属するマルクビハネカクシ *Tachinus* 属の1種、*Sependophilus* 属のヒメキノコハネカクシの1種が見つかった(図34)。オオキバハネカクシ亜科の1種の幼虫は体表の毛に花粉が多量に付着していた。その他に、ガムシ科 Hydrophilidae の属不明の小型種、Catopidae チビシデムシ科 アマミニセチビシデムシ *Ptomaphagus amamianus*、ヒラタドロムシ科 Psephenidae アママルヒラタドロムシ *Ectopria nobuoi*、ムクゲキスイ科 Biphyllidae ムクゲキスイ属の1種 *Biphyllus* sp. などが見つかった(図35)。萼筒内を活発に動き回っていた。

ビデオカメラやインターバル撮影の画像には、ハエ目クロバエ科の仲間(キンバエ)が一番多く萼筒内に入り込み、それぞれ数秒後から数分後に飛びさる様子が認められた。キノコバエ成虫の体には花粉の付着が確認された(図36)。またヒメキノコバエ属 *Rondaniella* 不明種の卵や幼虫が萼筒内で生活しているのが観察できた。何度か飼育を試み、2012年に1回のみ羽化させるのに成功し、雌雄の標本が得られた(図37)。しかし、幼虫が花のどの部分を食べているのかは分からなかった。幼虫は体表が粘液に覆われており、萼筒内で花柱や雄蕊などに粘性のある糸を張り、それに沿って移動

表 14. フジノカンアオイの花を訪れた動物のリスト。

門	目(類)	和名など	ラテン名など	個体数	確認日	サイト	備考
環形動物	ヒル	ヒルの一種		1	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
		ヒルの一種		1	12. IV. 09	鳥ガ峰	蓐筒内
軟体動物	ミミズ	ミミズの1種		1	17. IV. 09	小湊	蓐筒内
	陸産貝類	ケマイマイの一種	<i>Aegista</i> sp.	1	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
節足動物	ワラジムシ	ベッコウマイマイ	<i>Bekkochlamys perfragilis</i>	1	17. IV. 09	小湊	蓐筒内
		ワラジムシの1種	<i>Porcellis</i> sp.	1	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
	ヨコエビ	ヨコエビの1種	<i>Platorchestia</i> sp.	1	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
	ダニ目	ウデナガダダニの1種		2	17. III. 09	鳥ガ峰	蓐筒内
		ウデナガダダニの1種		1	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
		ダニの1種		3	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
	ザトウムシ	モエギザトウムシ	<i>Leiobunum japonicum</i>	1	12. IV. 09	鳥ガ峰	蓐筒内
	クモ目	ナンブコツブグモ	No. 3 <i>Mysmenella jobi</i>	1	4. IV. 10	和瀬峠	蓐筒内
		ハエトリグモの1種		1	19. IV. 09	曾津高崎	蓐筒内
		クモの1種		1	20. III. 08	金川岳	蓐筒内
粘管目		クモの1種	sp. A	1	19. IV. 10	曾津高崎	蓐筒内
		クモの1種	同上	1	19. IV. 09	曾津高崎	蓐筒内
		クモの1種	同上	1	19. IV. 09	曾津高崎	蓐筒内
		クモの1種	同上	1	10. IV. 09	和瀬峠	蓐筒内
		クモの1種	sp. B	1	17. III. 09	鳥ガ峰	蓐筒内
		クモの1種	sp. C	3	7. IV. 09	ヤクガチヤボシ	蓐筒内
		トビムシの1種	同上	1	12. IV. 09	鳥ガ峰	蓐筒内
		トビムシの1種	同上	1	17. IV. 09	小湊	蓐筒内
		トビムシの1種	sp. A	11	5. III. 09	金川岳	蓐筒内
		トビムシの1種	sp. A	3	20. III. 09	金川岳	蓐筒内
	トビムシの1種	sp. B	2	17. III. 09	鳥ガ峰	蓐筒内	

膜翅目	キイロオオシワアリ		7	15. III. 09	和瀬峠	菅筒内
	ウロコアリ		1	1. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
	オオハリアリ		1	17. IV. 09	小湊	菅筒内
	リュウキユウアメイロアリ		1	17. IV. 09	小湊	菅筒内
	アシジロヒラフシアリ		2	3. IV. 09	金川岳	菅筒内
			2	4. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
			7	7. IV. 09	ヤクガチャゴボシ	菅筒内
			2	10. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
			1	12. IV. 09	鳥ガ峰	菅筒内
			3	19. IV. 09	曾津高崎	菅筒内
			many	23. V. 09	金川岳	菅筒内
			many	17. IV. 09	小湊	菅筒内に営巢
			many	29. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
			many	29. IV. 09	和瀬峠	菅筒内に営巢
			many	17. IV. 09	小湊	菅筒内
			many	1. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
甲虫目	ヒゲアトハネカクシ		6	10. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
	ハバヒロハネカクシ		1	10. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
	ヒメキノコハネカクシ		1	10. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
	マルクビハネカクシ		1	4. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
	ハネカクシ科のI種		1	10. IV. 09	和瀬峠	菅筒内, 幼虫
	アマミニセチビシデムシ		1	10. IV. 09	和瀬峠	菅筒内
	クリハネチビシデ		1	17. III. 09	鳥ガ峰	菅筒内
	アマミマルヒラタドロムシ		1	17. III. 09	鳥ガ峰	菅筒内
	オオシママルヒラタドロムシ		1	17. III. 09	鳥ガ峰	菅筒内
半翅目	属不明		1	7. IV. 09	ヤクガチャゴボシ	菅筒内, 幼虫

双翅目	キノコバエの1種		17. III. 09	鳥ガ峰	萼筒内,	成虫
	キノコバエの1種		17. III. 09	鳥ガ峰	萼筒内,	成虫
	クロバネキノコバエの1種	<i>Sciara</i> sp.	4. IV. 09	和瀬峠	萼筒内,	成虫
	双翅目1種		21. III. 09	網の子峠	萼筒内,	卵
	双翅目1種		17. III. 09	鳥ガ峰	萼筒内,	卵
	双翅目1種		17. III. 09	鳥ガ峰	萼筒内,	卵
	双翅目1種		27. IV. 09	三太郎峠	萼筒内,	卵
鱗翅目	アトヒゲコガガ科?の1種		23. V. 09	金川岳	萼筒内,	成虫
	リュウキユウアトキハマキ	<i>Archips meridionalis</i>	6. V. 09	和瀬峠	葉、幼虫	(飼育羽化)
	ヨトウガの1種		6. IV. 09	和瀬峠	萼筒内	

調査花個数：271。
 同定は以下の方々および文献によった。ダニは岡部貴美子博士，クモ類は山崎健史博士，アリ類は山根他(1999)，甲虫類は河田(1959)，上野編著(1985)および岡編(2005)，双翅目は前田拓哉博士，鱗翅類は井上編著(2000)および福田晴彦氏。

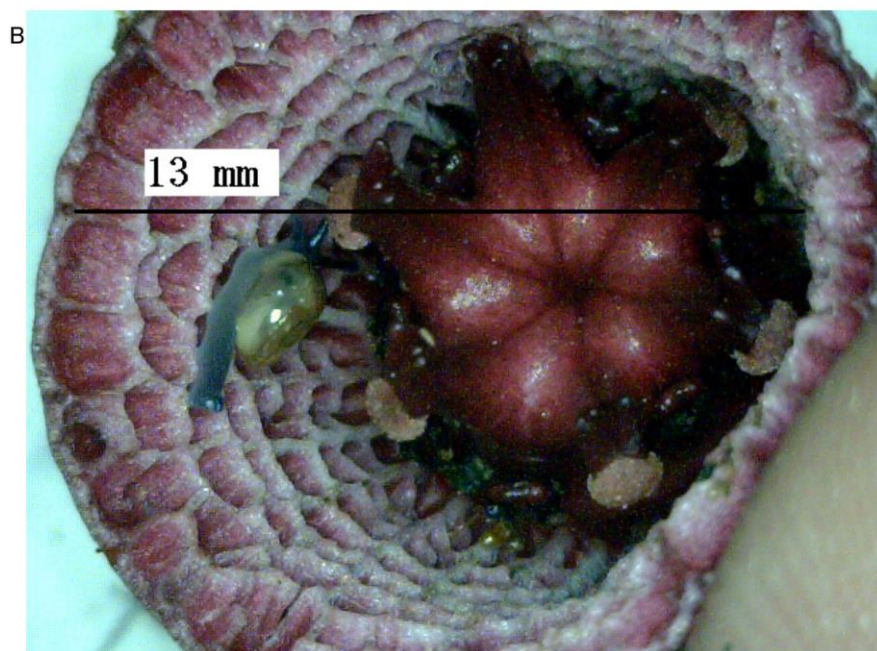
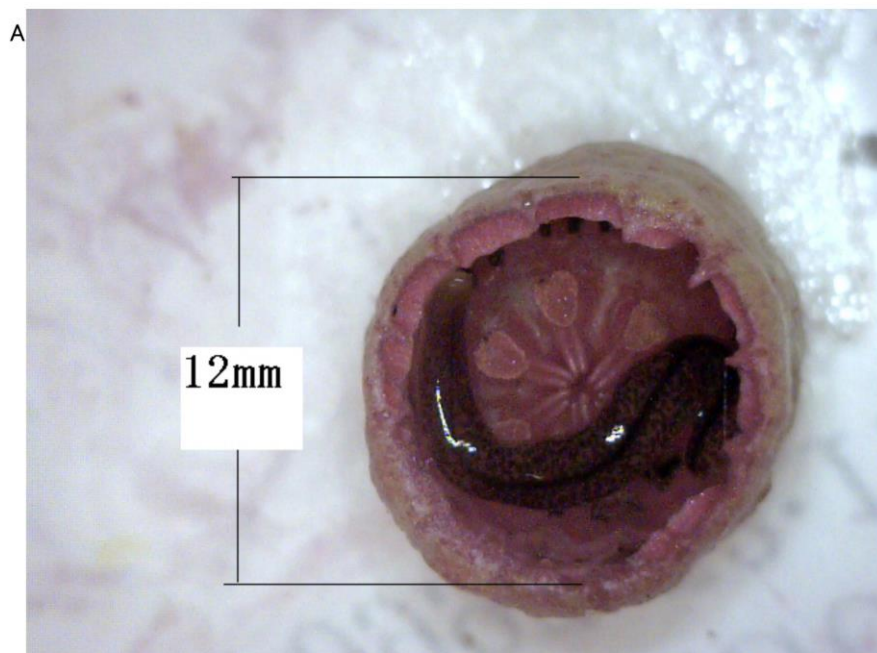


図 30 萼筒内に潜むヒル Rhycobdellida の 1 種 (A) とベッコウマイマイ *Bekkochlamys perfragilis* (B).

A



B



図 31 萼筒を訪れたタナグモ科 (Agelenidae) の1種(A)とモエギザトウムシ *Leiobunum japonicum* (B).

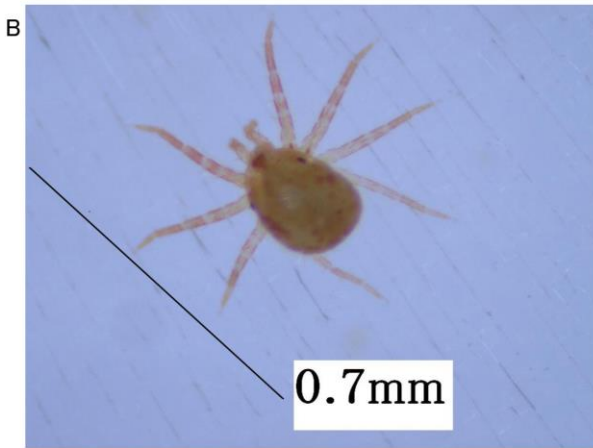
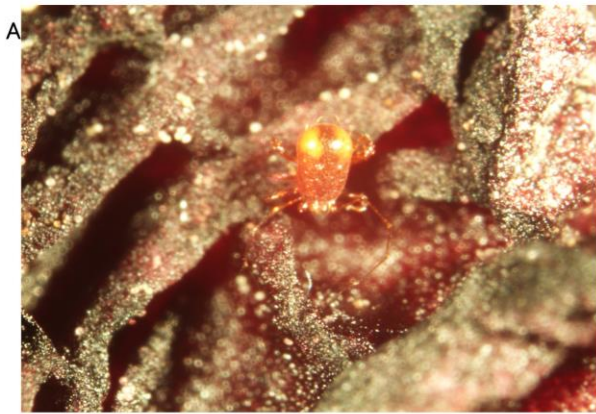


図 32 萼筒内のウデナガダニ科 Podocidae の 1 種(A)とダニ目 Acari の 2 種(B, C).

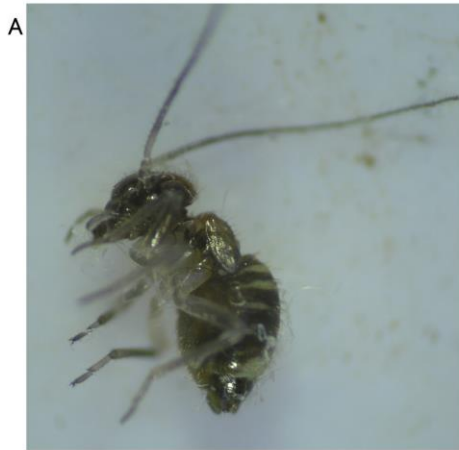


図 33 萼筒内から得られたトビムシ目 Collembora の 3 種 (A, B, C).

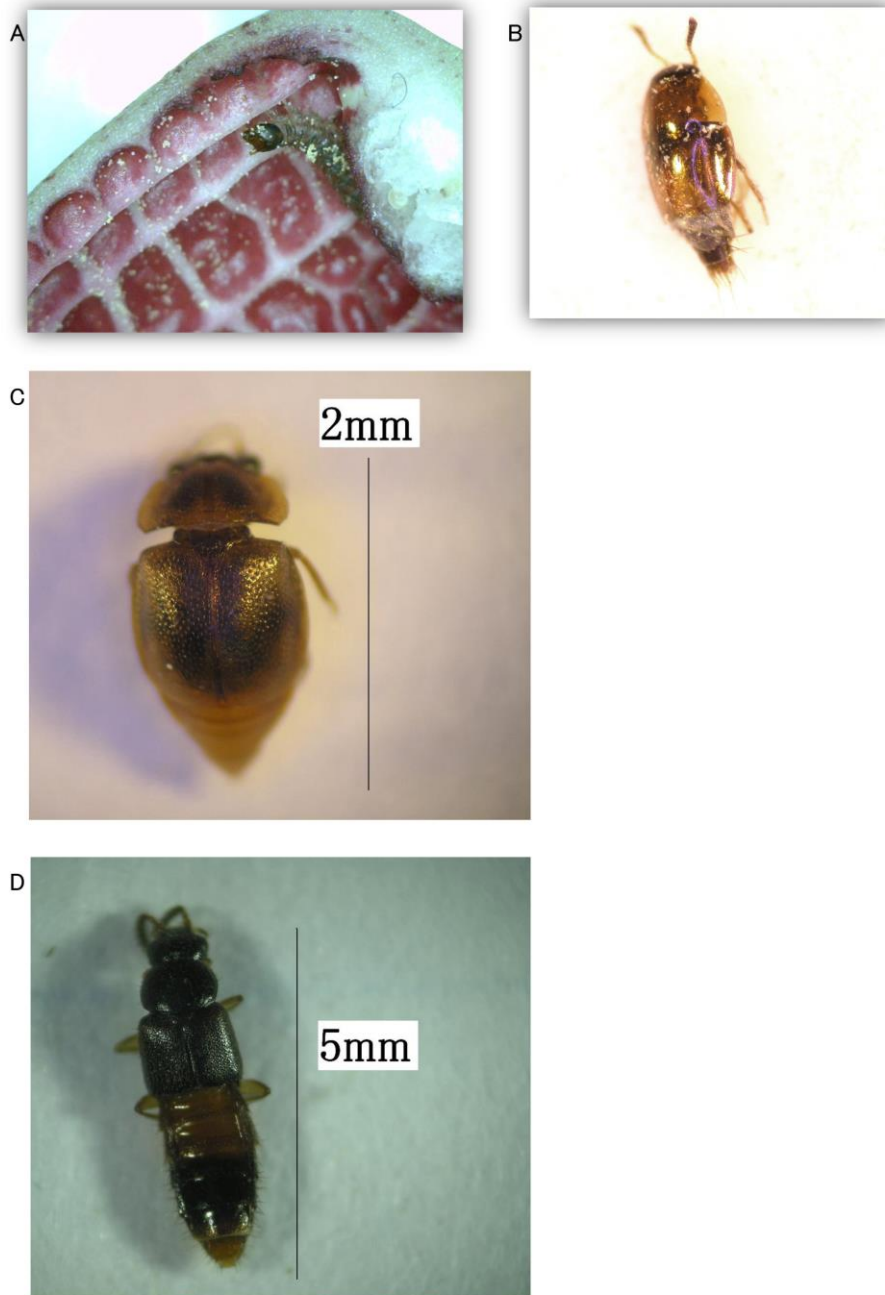


図 34 萼筒内のハネカクシ科 Staphylinidae の 1 種の幼虫 (A)、キノコハネカクシ属 (*Bolitobius*) の成虫 (B)、およびハバビロハネカクシ Proteiniinae の 1 種の成虫 (C)、ヒゲブトハネカクシ属 (*Atheta*) の 1 種 (D).

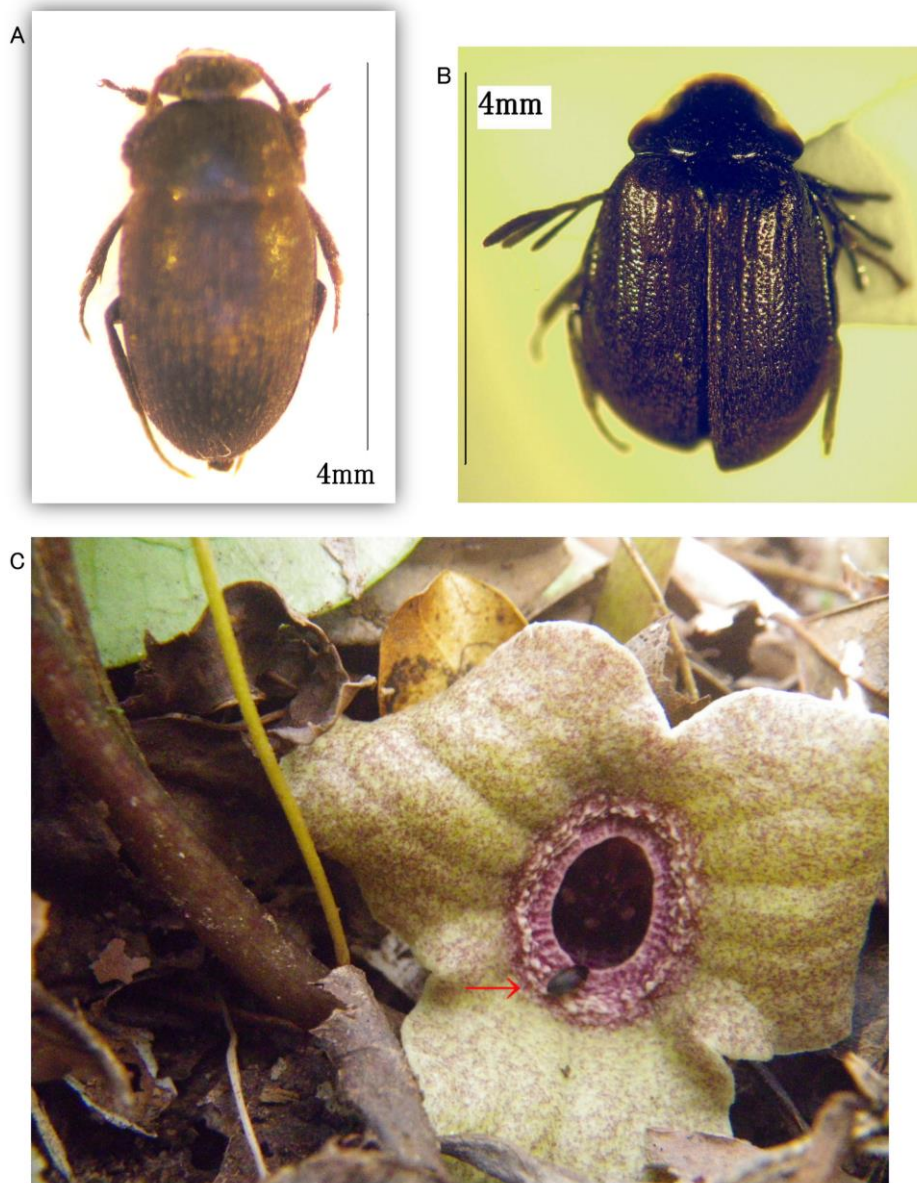


図 35 アマミニセチビシデムシ *Ptomaphagus amamianus*(A)、アマミマルヒラタドロムシ *Ectopria nobuoi*(B)、ムクゲキスイの1種 *Cryptophilus* sp. (C).

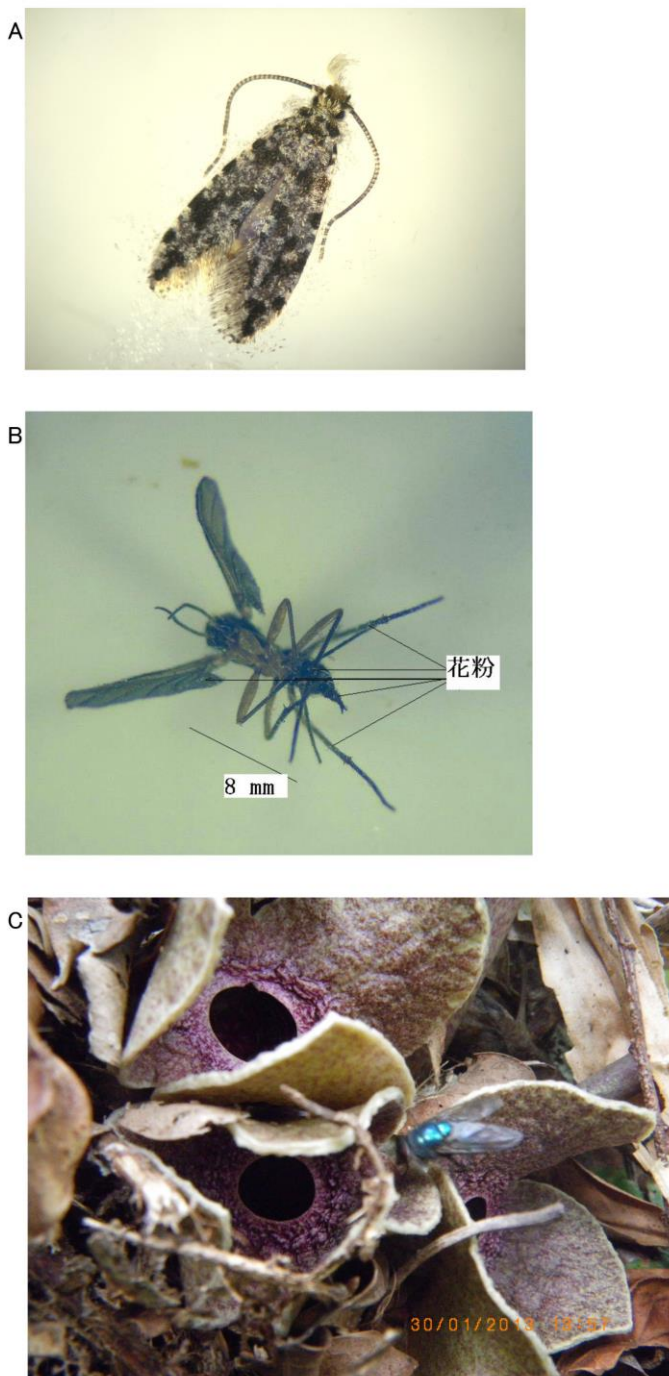


図 36 萼筒から羽化したアトヒゲコガ科 Acrolepidae の 1 種(A)、花粉を付けたキノコバエ Mycetophilinae の 1 種(B)、およびキンバエの 1 種(C).

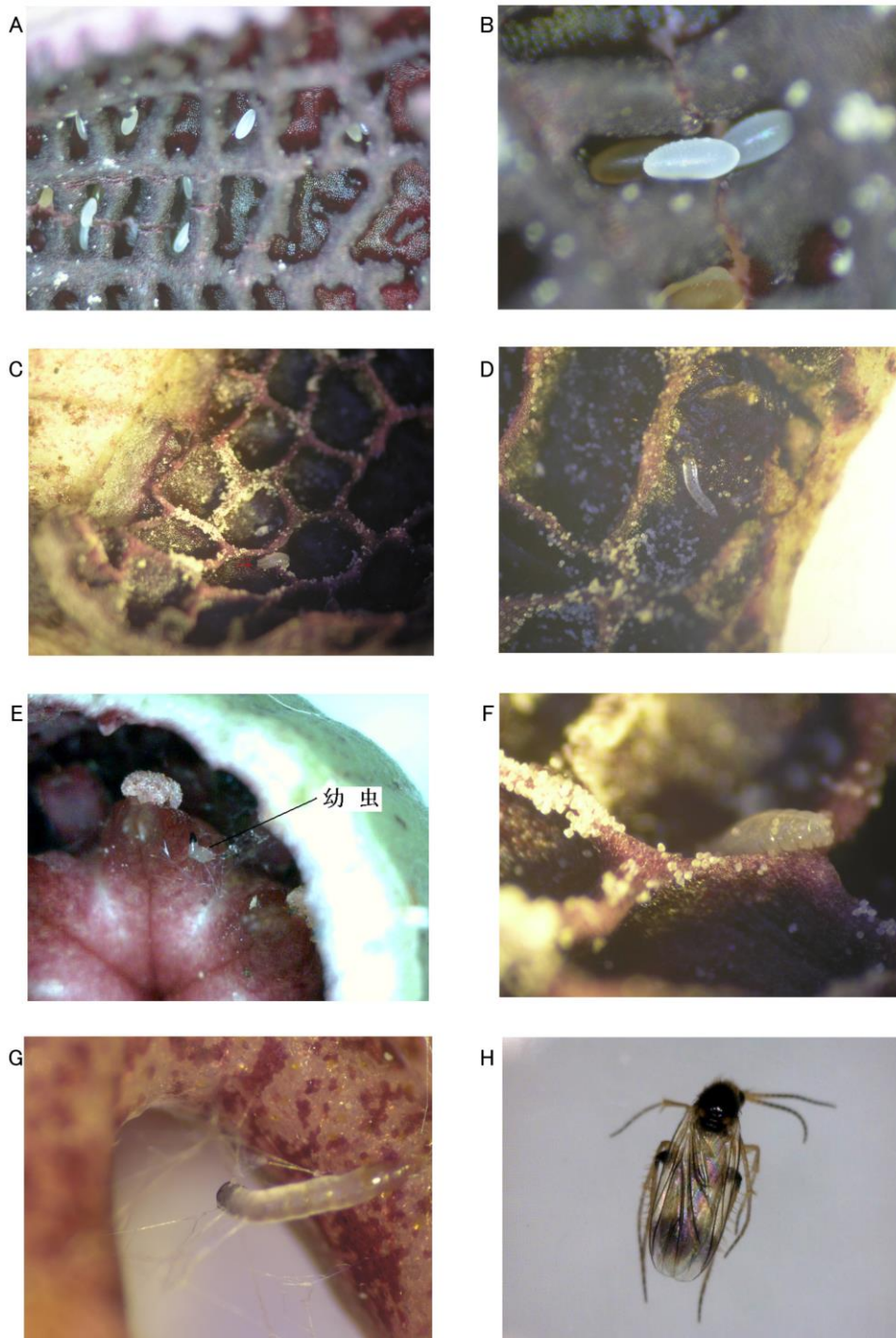


図 37 ヒメキノコバエの 1 種 *Rondaniella* sp. の生育過程. 卵 (A, B)、幼虫 (C, D, E, F, G)、成虫 (H).

していた。その後カンアオイの花に飛来した同種のキノコバエを複数個体採取した。

特筆すべきこととして、アリ類の萼筒内営巣があげられる。営巣していたアリは、リュウキュウアメイロアリ *Nylanderia ryukyuensis* (Terayama) とウロコアリ *Strumigenys lewisii* Cameron の 2 種で、それぞれ 1 個のコロニーが見つかった(図 38, 39)。両種は通常は林内の石下、朽木、落葉層に営巣する(山根他 1999)。リュウキュウアメイロアリのコロニーが見つかった花は、萼口が小さな木片のような物で覆われているように見えた(図 38A)。コロニーが見られた花はいずれも既に受粉していた。リュウキュウアメイロアリのコロニーからは女王、有翅オスを含む 300 個体弱が見つかった。巣内には卵から蛹まで見られ、萼筒内の格子を小部屋のように利用していた。ウロコアリは体表に花粉を多量につけていた。

4.3.4. 種子散布

奄美大島では種子の熟期は雨が多くなり始める時期(4月から5月)に当たり、完熟した種子ができる頃は、強い雨が当たると萼筒は簡単に崩れ種子が半ば露出した状態(図 40)になる。アリは素速く萼筒を分解し、子房に内の種子を取り出し、萼筒の組織は細片にして運ぶ。この時には何度か別々の個体が来ては子房に埋まった状態の種子を引き出そうとし、出せないと作業を放棄する。するとまた別の個体が来て引き出そうとする。これを繰り返すと種子が移動することがあった。林(1937)は、カンアオイの種子はエライオソーム(図 41)と呼ばれる白褐色の付属体だけ嚙り取られてそのまま放置されていたと報告している。本研究では、アミメアリ *Pristomyrmex punctatus* (F. Smith)、アシジロヒラフシアリ *Technomyrmex brunneus* Forcel、ホソウメマツオオアリ *Camponotus bishamon* Terayama の 3 種のアリが散布者として確認された(図 42, 43)。アシジロヒラフシアリは体長 2.5mm、アミメアリは体長 2.5mm と比較的小型であるが、エライオソームを嚙り取るだけでなく、種子全体を運搬する例も確認された。ホソウメマツオオアリはこれら 2 種と比べると体長が倍近く、完熟した萼筒も素早く嚙り取り、種子の運搬も早く処理した。鳥類やほ乳類が種子を採食する行動は確認できなかった。アリが運搬しない場合は雨水により流下して拡散(図 44)するか、株元に散乱してそこで発芽すると考えられる。



図 38 萼筒内に営巣したリュウキュウアメイロアリ *Nylanderia ryukyuensis*. A. 枯死した植物片で塞がれた萼筒の開口部、B. 巣の内部.

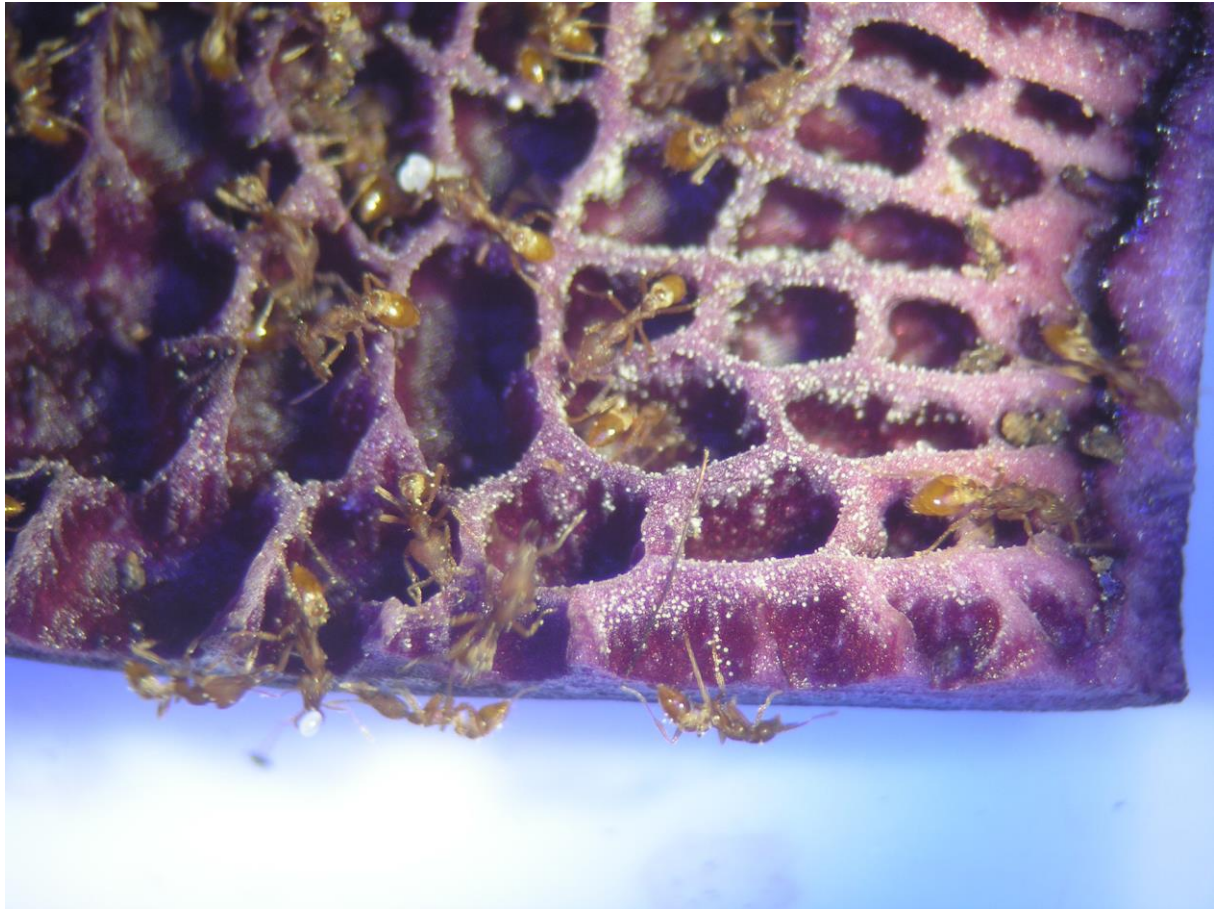


図 39 茎筒内に営巣したウロコアリ *Strumigenys lewisii*.

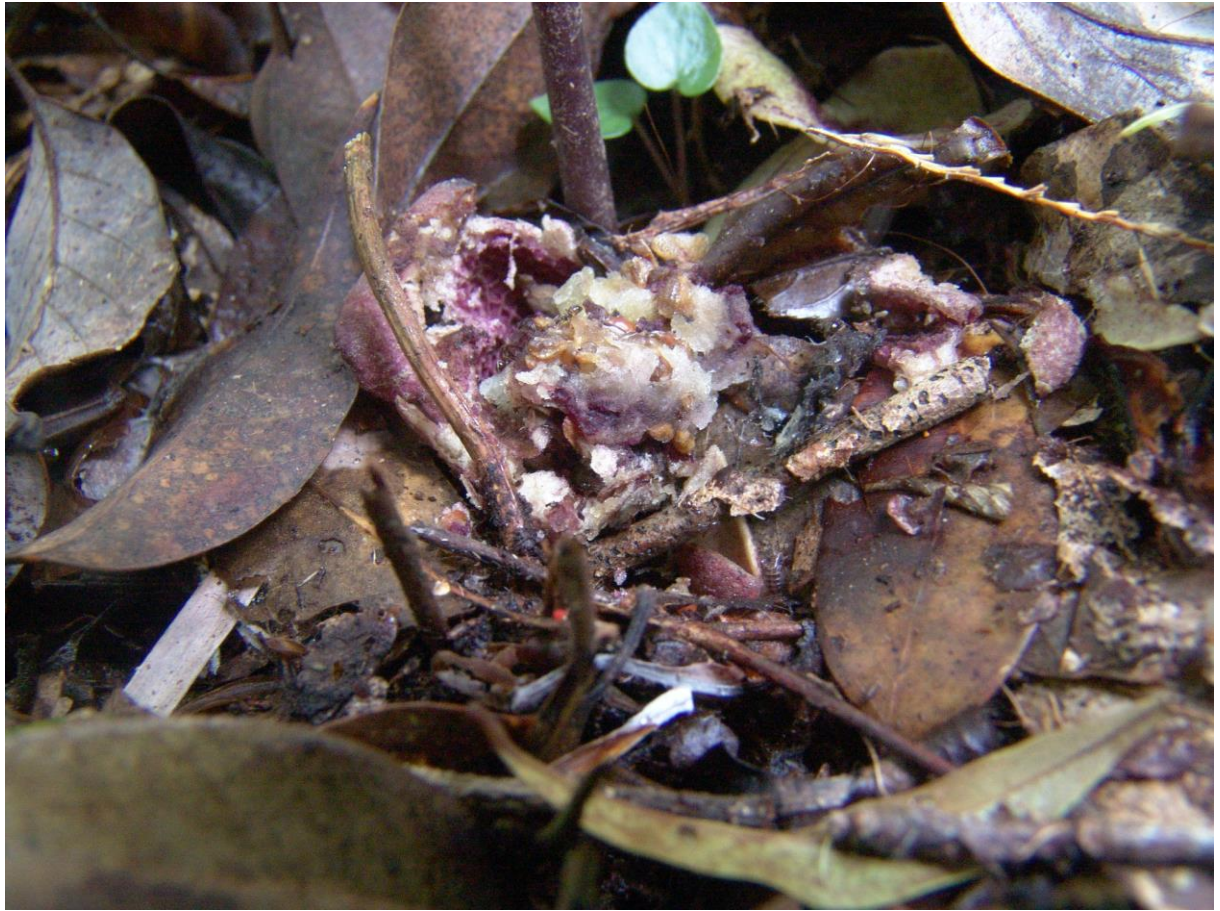


図 40 株下に落下した完熟種子.

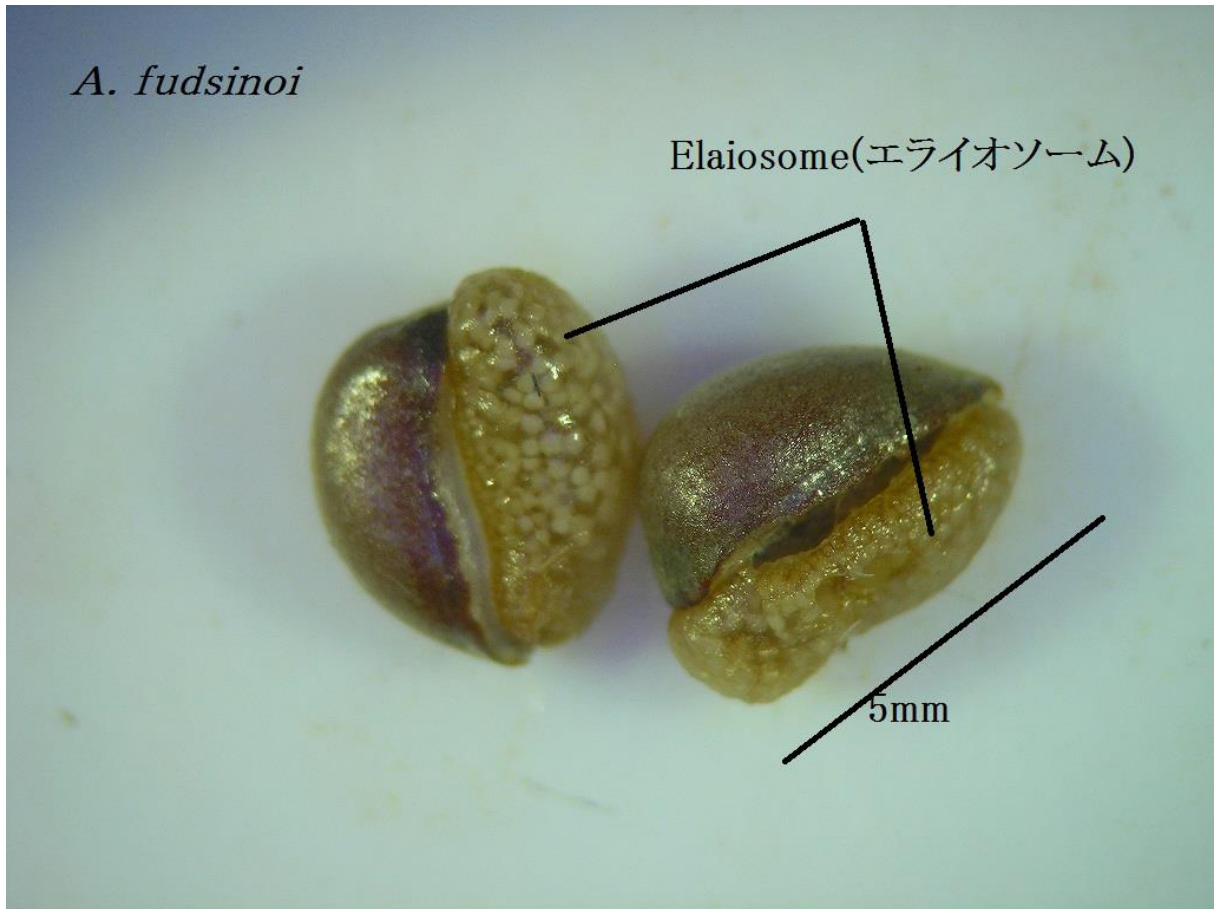


図 41 種子とエライオソーム.



図 42 種子を運搬するアシジロヒラフシアリ *Technomymex brunneus*.



図 43 萼筒から種子を引きずりだしたアミメアリ *Pristomyrmex punctatum*.

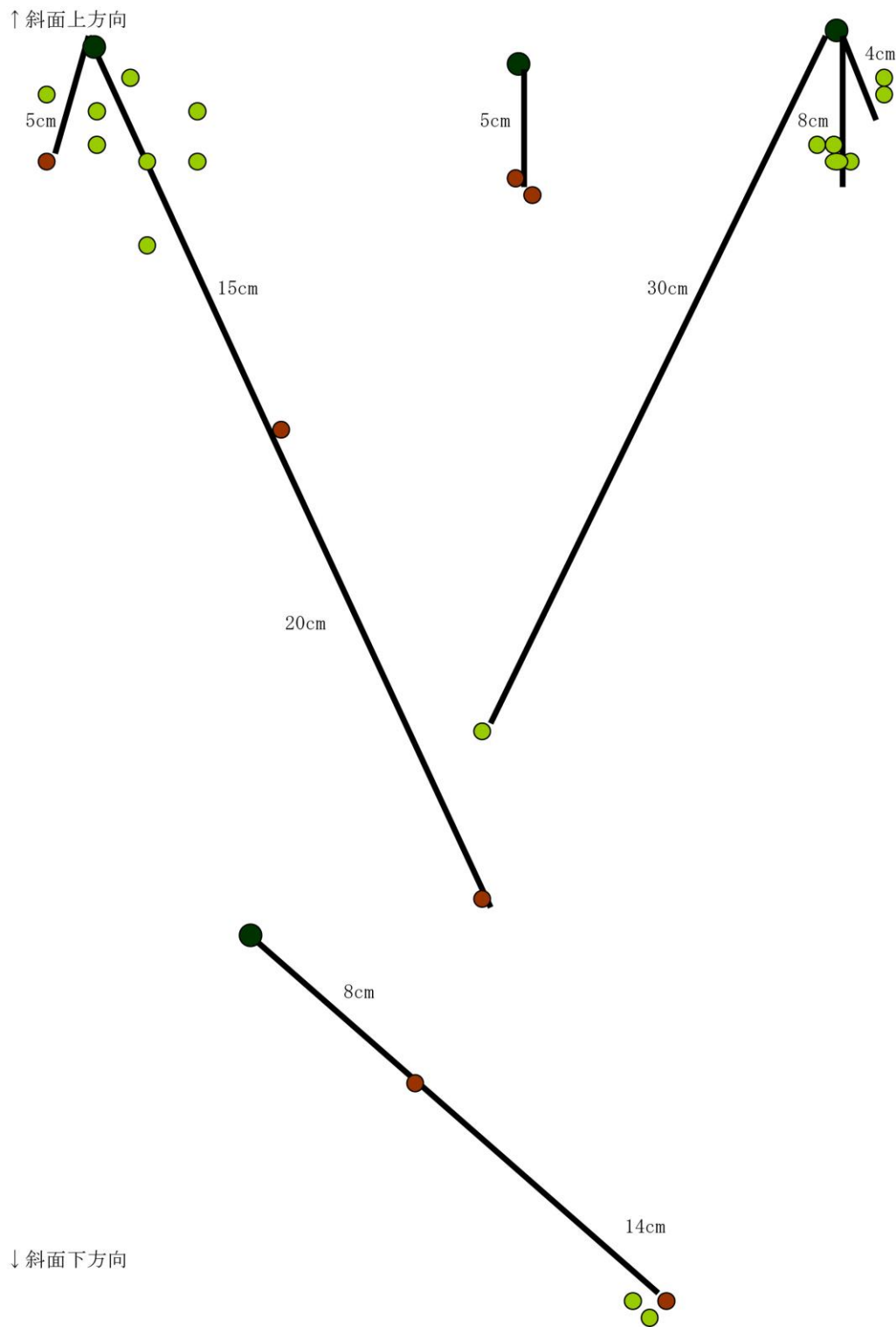


図 44 雨による種子の流下．濃緑色の丸印は親株の位置、赤丸は種子の位置、黄緑色の丸印は実生を示す．

4.4. 考察

4.4.1. 葉面積と開花

葉面積の大小が開花には影響があり、葉面積の大きい株の方が開花率を上げることが確認できた。一般に植物は同化によって貯えたエネルギーを生殖活動に使用する。奄美大島のカンアオイ類はふつう1年に1枚しか葉を出さない。その葉が成長過程で被食されることも多い。また、強風、水流、土砂の作用で葉が損傷することもある。そのように損傷を受けた株でも開花する個体がある。大きい株では根茎に蓄積があり、葉での同化作用が一時的にふじゅうぶんであっても翌年の開花の準備がされることもあるだろう。

4.4.2. 開花時期および結実率

開花について調べた3カ所の調査区はそれぞれ別の山系ではあるが、両者間の水平距離は15kmたらずである。和瀬峠、金川岳の調査区は、標高はそれぞれ363mと396mであるが、湯湾岳調査区の標高は670mで、他の2カ所と300mの高度差があった。湯湾岳のコドラートで開花の時期が100日遅かったのは、標高差による平均温度の違いと雲霧に覆われるが多いことによる日照時間の差が原因と思われる。

オオバカンアオイとトリガミネカンアオイの萼片、萼筒、葉型、萼片の色にはそれぞれ大きな変異が見られる。フジノカンアオイでは各形質の変異幅がさらに大きい。他の自生するカンアオイ5種に比べて花期も長かった。花期の長さには、自生地が広範で気温や降雨量にばらつきがあることが大きく影響している可能性があるが、形質の種内変異には遺伝的要因の関与も否定できない。

今回の調査では、フジノカンアオイの結実率は平均19.45%であった。対象種は異なるが、日浦(1978)は平均76%、杉浦他(1999)は平均33%の結実率であったと報告しているので、それに比べると本種の結実率は著しく低かったといえる。奄美大島の他の種についても結実個体の頻度は低かった。今回観察された低い結実率には2009年の異常気象が関係している可能性がある。この年には3月から6月に例年と比べ降雨が少なく、普段は湿潤なカンアオイの自生環境でも乾燥がひどく葉が萎れたりする株が見られた。タマノカンアオイにおいて、菅原(1989)も年により結実率が違うと述べている。

カンアオイ類の生息密度については資料は限られている。タマノカンアオイの生息密度は高い場所では2.5株/m²であった(若松他 2009)。本研究では、フジノカンアオイでは最高密度が0.55本/m²であった。個体群の分子生物学的な解析によると、カンアオイ類では他花受粉が頻繁に行われている(松田 2012)という結果が述べられている。密度が低いと自家受粉の確率が高くなり、稔性が低下し、そのために結実率が低くなると考えられる。他花受粉が起きた場合には結実率が上がり、遺伝的にも多様な種子を残すことになる。

カンアオイ類の根茎部は少なくとも数年は休眠状態で生存できることがあり、伐採跡地などで地上部が消滅した場所にカンアオイの個体群が数年を経て回復する例がある。生育密度の結実率への影響を検討するには、休眠能力や栄養繁殖の方法等についての長期的・総合的調査が必要とされる。

4.4.3. 送粉動物

奄美大島におけるフジノカンアオイの訪花動物は、先行研究の菅原(1988)、杉浦他(1999)の結果と大きな違いはなかった。奄美大島でも訪花動物は飛翔能力のある双翅目昆虫を除けば大半が地表徘徊性の動物であった。これはカンアオイの花が地表または半地中で開花することと関係がある。カンアオイの花は自花和合性である(菅原 1988)。訪花動物が受粉可能期間内に萼筒内で花粉を付けて徘徊すれば自花受粉が起こり、他の花の花粉をつけて萼筒に潜り込めば他花受粉も起こる。今回萼筒内からみつかった多様な動物(表 14)のうちどれが送粉者として可能性が高いかを考えてみる。送粉効果を期待するためには先ずカンアオイの花に惹かれ萼筒内入ること、そして体表に花粉が付きやすく、萼筒内や株間を活発に動き回る動物であることが重要である。

一般的には訪花動物は花の蜜や匂いに誘引されて来る。Vogel(1978)はキノコに擬態する花があるという説を提出した。カンアオイ属の花の誘引効果については藤田他(2004)は、数種の花に昆虫を誘因する効果が認められたと報告した。本研究の対象種の誘引物質については不明である。しかし、ハエ類が活発に訪れることは、開花時に何らかの誘因効果のある化学物質がでていることを示唆する。双翅目昆虫以外の訪花昆虫の場合、動物性腐敗臭や腐植臭、キノコ臭に誘引されたり、萼筒内に入り込んでいてトビムシ類などを捕食するために侵入したり、あるいは今回観察できたアリのように一時的な巣として利用する生物であったり、様々なケースが考えられる。ヒルやミ

ミズは体表が粘っているが、観察したかぎりでは全く花粉が付いておらず、萼筒の底部に潜んでいた。このことからこれらは単に湿潤な環境と存在の隠蔽のために潜り込んだ侵入者であり、送粉の役割は果たしていないように思われる。マイマイなど陸産貝類も湿潤を好み、かつ萼筒内の組織を食べるために侵入した可能性が高い。花は食害されれば当然ダメージを受ける。特にマイマイやナメクジの歯舌による食痕からは軟腐病などの病原菌が侵入しやすく、これらは有効な送粉者どころか有害な侵入者であるといえる。

ヨコエビ類やワラジムシ類もカンアオイの生息する環境の地表部には多くいる生物である。すべすべした外骨格を持つのであまり有効な送粉者とは考えられないが、身体が大きくよく動くので関節部などに花粉が付着して受粉に貢献することもあるかも知れない。実際にヨコエビ類はハランでは花粉に惹かれて侵入する有効な送粉者とされている(Kato 1995)。ザトウムシ類やクモ類は捕食のためあるいは身を潜めるために萼筒内に入るだけようだが、萼筒内で動けば偶然花粉を付けることがあるだろう。フジノカンアオイやオオバカンアオイなどは萼口が大きく(径 5-8mm)、比較的大きなクモも身を潜めるために入りやすいのかも知れない。クモの侵入は本土の調査では多摩丘陵のタマノカンアオイ(田中 1967)、島根県東部でのミヤコアオイ(杉浦 他 1999)の2例しか知られていない。一方、ダニ類やトビムシ類は本州でも奄美大島と同じようにしばしば検出されている。今回、花粉を付けている個体も見られたが、あまりに微小すぎて送粉に有効であるとは言い難い。ダニやトビムシは萼筒内の食物連鎖でどのような位置にあるのか分からないが、ウデナガダニのような肉食性の種とトビムシ類のような腐植食性の種が入り交じっているのは興味深い。

アリ類の中では、ウロコアリのようなトビムシ捕食専門の種や雑食性のキイロシワアリ、リュウキュウアメイロアリ、アシジロヒラフシアリが見られた。アリは後胸側腺からカビや花粉を殺す化学物質を分泌する上、体表に物が付着すると直ぐに清掃するので、活発に行動はするが送粉の有効性には疑問がある。またウロコアリはカンアオイの中にしばしばみられるトビムシを狩るために、花期にはカンアオイの群落に移動してくるのかもしれない。

カンアオイ属植物の花粉媒介者としてはキノコバエ科 Mycetophilidae とクロキノコバエ科 Sciaridae が知られている。菅原(1988, 1989d)もタマノカンアオイの重要な送粉者としてキノコバエをあげている。本研究でも複数のクロキノコバエ上科 Sciaroidea の種がみいだされ成虫は花粉を付けていた。しかし、キノコバエ成虫の訪花は、本州での観察(菅原 1989d)と比べると、同時に観察される他の双翅目昆虫、

主にクロバエ科 Calliphoridae より頻度が高くない。体サイズや体毛、行動の活発さを総合的に考えると、キノコバエが主要な送粉者であるとは考え難い。双翅目の中ではむしろクロバエ類が送粉者として有効なのではないかと思われる。菅原(1989d)はひだに産み付けられたキノコバエの卵は孵化すらしなかったと述べているが、本研究では萼筒内で成育中の幼虫を数例観察できた。飼育が難しくなかなか成虫を得ることはできなかったが、2012年にオオバカンアオイの萼筒内に産卵された数個の卵から羽化まで飼育することに成功し、雌雄1個体ずつを得ることができた。このキノコバエの食性については不明であるが、飼育中は餌の補給をしたわけではないので、共食いか、花粉や弱った植物組織を餌にしていたと考えられる。キノコバエは一般的には腐植やキノコを食べる種が多いので、カンアオイにとっては送粉者というよりは天敵にもなりうる。しかし、キノコバエの中には昆虫を粘性の唾液の糸で捕食する種もある。今回観察したキノコバエの種名やカンアオイとの関係についてはさらなる調査が必要である。

甲虫類では、肉食性種や腐植食性種が混在し、いずれも萼筒内で活発に動き回ると思われ、有効な送粉者であると考えられる。特にオオキバハネカクシの1種の幼虫は剛毛の生えた体表に多量の花粉をつけ動き回っていた。これらの昆虫は株間の移動も可能であり、またカンアオイに依存しなくても生存できそうである。カンアオイがあれば種を選ばずに入入りし、異種間の交雑をさせる可能性もある。フジノカンアオイ、グスクカンアオイ、ミヤビカンアオイなど異種間交雑の可能率の高い種で変異の幅が大きい背景には、このような送粉者の存在が関与している可能性が高い。以上のように奄美大島ではカンアオイにそれぞれの種に特定の送粉生物は存在せず、色々な種の双翅類や甲虫類が偶発的に受粉に関わっているのではないだろうか。このことは、種ごとに送粉者が異なり、同種の個体間では他花受粉が通例で、異種間では交配前隔離が生じているという松田の推論(松田 2012)とは矛盾する。野外での交雑頻度を調べることは今後の課題である。

4.4.4. 種子散布

前川(1953)はカンアオイ類が重力散布に依存しているという仮定のもとに、分散速度を1万年に1kmであると試算し、それ以来カンアオイは分散速度が遅いということが定説になっていた。しかし、アリによる種子散布はヨーロッパでは古くから色々な植物について調べられており、日本でも林(1937)のパイオニア的研究が知られる。堀

田(1974) はアリ散布植物の中には温帯の林床植物が多く知られ、カンアオイ類も含まれると述べている。その後、日浦(1978)の実験により数種のアリがカンアオイの種子を運ぶことが確認され、アリ散布が日本のカンアオイ属でも重要であることが示された。日浦はこの実験の結果から分散速度は1年に約50cm、と結論したが、この速度でも遅すぎるのではないかと疑問を提出している。

日浦(1978)は、ヤマアリやトゲアリのような大型種はカンアオイの種子を丸ごと運搬し、アメイロアリのような小型種はエライオソームだけかじり取って運搬すると述べている。中西(1993)が示したリストを見ると奄美大島で散布者になる可能性のあるアリは複数種存在する(表6)。今回奄美大島で確認できた運搬アリは3種でアシジロヒラフシアリ、アミメアリ、ホソウメマツオオアリであった。アシジロヒラフシアリでは種子の運搬だけしか見られなかったが、リュウキュウアメイロアリとホソウメマツオオアリは種子を運ぶだけでなく、萼筒の組織を細かく噛みちぎり盛んに運んでいた。これら3種以外で中西(1993)が述べた種がカンアオイとどのように関わっているのかを解明する必要がある。

鳥やネズミによる種子の散布は確認できなかった。前川(1953)や日浦(1978)の算出したカンアオイの分散速度は1.7-8.5km/1万年である。これに対して佐藤(1966)は、カントウカンアオイの自生地での詳細な実験に基づき、物理的移動による短時間の長距離移動の方がアリによる種子散布よりも効果的であると論じている。奄美大島のような多雨地では浸食が強く微地形の変化も早いので、降雨による種子分散がきわめて有効であることは容易に推察される。フジノカンアオイの場合、数時間のわずかな雨(11.5mm 総雨量)で種子が35cmも移動したことが観測された。強い降雨があれば当然もっと流されるであろう。しばしば低地の河岸に見られるのはこうした折に流された種子が定着したり、あるいは株ごと流されて定着したものであろう。しかし雨による散布は下方への散布の有効性を説明はできるが上方への分散を説明しにくい。上方への分散のチャンスとしては、アリやその他の動物などによる運搬、地殻変動、強風による吹上げなどがあげられる。もし奄美に古くから住んでいた齧歯類のネズミやウサギ、あるいはイノシシなど行動圏の広い動物が散布していたとすると、カンアオイの祖先種は島の中で広範囲に移動・交流することになり、隔離による分化が起こりにくかったであろう。そのように考えると、地殻変動などの物理的要因をのぞけばアリ類が広範な種子散布の主要な担い手であるといえる。

第5章 総合論議

奄美大島のカンアオイの分布について、今回の調査では立ち入り調査のできない地域や村落、市街地、耕作地などを除いて全島的に広範囲の森林を踏査し、現在の分布の状況が明らかになった。その結果、奄美のカンアオイ類の6種の全てが従来考えられていたよりは遙かに広い範囲に分布していることが分かった。また一般的にカンアオイ類の生息適地と考えられる適潤で明るい林床は、奄美のカンアオイ類にも好適な生息地を提供している。林床に日光の届かないほど密生した森林やシダ類が優先する過湿地には生育しにくい。しかし生育している環境の多様性は高く、ススキやマツが優占し直射日光にさらされるような場所、潮風が吹き上げ低木がやっと維持されるような急峻地、夏には高温にさらされる溪流の岩上にも生育していた。植物体を維持できる水分と湿度が補給され、根の入る隙間に土壌があれば、条件が多少不十分でも生育可能な植物であると考えられる。

奄美におけるカンアオイ類は、それぞれの種が極めて局地的な分布を持つように考えられてきたが、それは調査範囲が限られていたために生じた誤解であると考えられる。過去には広い分布範囲を持っていたが、環境の変化により部分的絶滅が起こり、その結果個体群が分断されたケースが多いと考えられる。とくに最近の人類の活動による森林破壊の影響が大きいであろう。一方で、より長期のスケールで考えると、この小さい島に6種もが生息していることは、大きな川の出現など過去に個体群を分断した要因が種分化を引き起こしたと思われる。現在の分布をみると、どの種もどこかで他種と重なり生育している場所を持つ。それぞれの種が分布を広げる中で、とくに好適な環境に複数種が集積した可能性がある。フジノカンアオイは適応能力が高く大きな分布域を保っているが、そのことが同所的分布の大半のケースにフジノカンアオイが関わっている理由であろう。

奄美大島に分布する6種と徳之島を含む近隣の島に分布する種との関係も興味深い。最近の研究によると、カケロマカンアオイは奄美大島に固有の4種(フジノカンアオイ、ミヤビカンアオイ、グスクカンアオイ、トリガミネカンアオイ)と違い、徳之島固有の3種(トクノシマカンアオイ、ハツシマカンアオイ、タニムラカンアオイ)と同じクレードに属するという(松田 2012)。奄美大島における生息地が南部に偏っており、分布が加計呂麻島、請島におよんでいるということも、徳之島の種群との関連を強く示唆している。今後、奄美群島全域のカンアオイ類の分類群間の系統関係を解明する必要がある。

カンアオイ類の開花フェノロジーを奄美大島と本州とで比較してみると、気候の差によると思われる開花時期のずれを除き、基本的な点で類似している。多分開花結実後、次の花芽が出始める時期が早いので、開花時期も早くなるのであろう。湯湾岳頂上付近のフジノカンアオイ個体群は例外的に半年近くにおよぶ開花期を持つ。種として開花生理上の柔軟性を包含していると解釈すべきかもしれない。繰り返しになるが、この種は最大の分布域を持ち、植物体の形態的変異もきわめて大きいなど、高い遺伝的多様性が予想されている。

カンアオイ類に特化した送粉者は見いだせなかった。奄美大島では大多数の種や個体群で開花は12月から始まる。冬期に活動する昆虫などの小動物はあるていど限定されるが、それにもかかわらずフジノカンアオイの萼筒からは軟体動物、甲殻類、昆虫類など20種以上の小動物が採集された。開花期を通してクロバエ類成虫やハネカクシなど甲虫類の幼虫が見られた。これ以外の種における観察例は多くないが、オオバカンアオイ、カケロマカンアオイ、ミヤビカンアオイにはフジノカンアオイと同様、キノコバエなど双翅目昆虫や微小甲虫が飛来するのが頻繁に観察された。このようなことから、奄美大島のカンアオイ類の送粉は、おもにハエ類成虫、微小甲虫成虫やハネカクシ類幼虫といったジェネラリストの昆虫によって担われていると推定される。

種子散布についてはアリ散布が有力な手段であると考えられる。すでに述べたように、本土で確認されたアリと同属のアリが奄美大島でも種子散布をしていることが分かった。ホソウメマツオオアリのような大型の働きアリが短時間で萼筒を分解して、噛み取った小片や種子を運搬するのは、クロヤマアリで日浦(1978)の観察した結果と一致する。アリ以外の小動物がカンアオイの果実を咬んだり運んだりする行動は全く見られず、散布について関与している証拠は得られなかった。固有種のケナガネズミやトゲネズミは植物の種子をかみ砕いて食べてしまうので、散布者にはなれない。鈴木(1974)はアマミノクロウサギの糞の調査をし、糞中にクロモジの種子殻の破片が多く見られたと報告しており、ネズミ同様種子を飲み込んで散布することはなさそうである。降雨による散布もアリ散布と同じく有力な散布方式で奄美大島ではアリ散布と降雨による散布が主体であると考えられる。

最後にカンアオイの保全について触れる。奄美大島では幕末に黒糖生産が本格的に始まってからは主に山地の段畑で作物が作られていた。また日常生活用の薪炭だけでなく製糖、製塩にも集落近くの里山で伐採された樹木を利用していたが、奥山の森林には余り手をつけなかったようである。第二次大戦前からの鉄道用枕木の伐採、終戦



図 45 フジノカンアオイの盗採あと.

後の沖縄向け建築用材伐採があり、そして1953年の日本復帰後すぐに枕木用材の出荷が再開された。1954年に奄美大島復興特別措置法が制定されると同時に、林道建設が急速に進められ、これらの森林は次々と皆伐された。1955年頃から始まった大手製紙会社のパルプ用材の伐採など、人為的な大攪乱が短期間に行われた（例えば、杉村1987）。1958年当時の土地利用図（国土地理院）を見ると与路島、請島、加計呂麻島などは、すでに自然林が激減しリュウキュウマツで覆われていたことが分かる。奄美大島も道路の通じていないところ以外は松林になっていた。その後林道開設用の重機も高性能化され、林道開設が大規模化しそれまでは切り出されたことのない奥山まで伐採が進み、伐採は80年代まで実施されていた。その結果、かつては島の85%を覆っていたとされるシイの天然林は、森林面積のわずか1.2%しか残らなかったという（杉村1985）。今回カンアオイ類を調査した場所のほとんどは、その後に2次林が成立したか、あるいはその間にも伐採された再生林である。清水・杉村(1988)が多様度が一番高い林分とした壮齢2次林(皆伐後25年以上経過、胸高直径平均14.5-26cm)にもカンアオイ類は多かった。皆伐による山地の乾燥や、表土の流出、間伐による林床の破壊、林道開設による植生の寸断などは、近年急速に進行したな環境変化である。カンアオイの生育状況をみていると、このような変化の下で過酷な条件におかれたにもかかわらず生存してきた植物であることが分かる。しかし繁殖力が旺盛な植物ではないし、分散能力も低い。短期間に自生地が広域に失われれば自然に回復するのは難しい。本研究の調査対象地域でも、森林の高木層は回復しているがカンアオイが見つからない場所は少なくなかった。それらの森林の履歴を調べてみると、大抵は皆伐にさらされたところであった。また、わずかな個体数が維持されていたにもかかわらず、調査期間中に盗掘により消滅した自生地もある。幸い増殖したり、個体の成長が顕著に見える場所もある。カンアオイ自生地の保護・保全のためには、希少種の盗掘(図45)を防ぎつつ、間伐のような再生中の2次林に対する過度な干渉を中止して、自然の回復を待つことが最重要な課題である。

謝 辞

今回の研究に当たり、服部正策博士(東京大学医科学研究所)や瀬戸口浩彰博士(京都大学大学院人間・環境学研究科)、松田惇志氏(新興出版社啓林館)、田畑満大氏(植物地理・分類学会)、尾崎煙雄氏(千葉県立中央博物館)、山室一樹氏(マングースバスターズ)には分布調査時の現地同行や様々の御助言など並々ならぬご協力をいただきました。指導教員の山根正気教授、仲谷英夫教授、佐藤正典教授、富山清升准教授、宮本旬子准教授(鹿児島大学理工学研究科)には研究指導と原稿の校閲でお世話になりました。鈴木英治教授(同)にはデータのまとめや解析をご指導頂きました。クモ類の同定をして頂いた山崎健史博士(同)、双翅目の同定をして頂いた前田拓也博士(同)をはじめ本研究にご協力頂きました皆様に深甚の謝意を表します。本研究の成果の一部は第20期 PRO NATURA FUND(日本自然保護協会)研究助成によるものである。

引用文献

- 奄美市総務課 (2012) 奄美群島の概況. 414 pp. 奄美市.
- 福永裕一・澤進一郎・澤 完 (2009) 野生動物の摂食行動がカンアオイ類の種子散布に与える影響. *Nature Study*, 55(12): 161-163.
- 初島住彦 (1986) 改訂鹿児島県植物目録. 290 pp. 鹿児島県植物同好会, 鹿児島.
- 初島住彦 (1990) 琉球植物誌. 1002 pp. 沖縄生物学会, 那覇.
- Hatusima, S. and Yamahata, E. (1988) Illegitimately published taxa of *Asarum* from Japan. *Journal of Phytogeography and Taxonomy*, 36: 1-8.
- Hatushima, S. and Yamahata, E. (1989) Illegitimately published taxa of *Asarum* from Japan. *Journal of Phytogeography and Taxonomy*, 37: 71-73.
- 林 実 (1937) こつぶあふひと其の種子. *植物研究雑誌*, 13(9): 699-700.
- 林 七雄 (1989) カンアオイの来た道. 広島大学教養部研究論集(人文・自然・社会科学編), 18(4): 7-19.
- 日浦 勇 (1978) 蝶の来た道. 230 pp. 蒼樹書房, 東京.
- 堀田 満 (1974) 植物の分布と分化. 414 pp. 三省堂, 東京.
- 堀田 満 (2013) 奄美群島植物目録. 279 pp. 鹿児島大学総合研究博物館, 鹿児島.
- 堀田 満・菅原敬・田畑満大 (2005) 奄美群島域でのカンアオイ類の分布と分化. 奄美群島重要生態系調査基礎資料報告書. 26 pp. 西南日本植物情報研究所, 鹿児島.
- Huang, S., Kelly, L. M. and Golbert, M. G. (2003) Aristolochiaceae. *Flora of China*, 5: 246-269.
- 藤田淳一・藤山静夫 (2004) カンアオイ属4種の送粉様式. 第51回日本生態学会講演要旨, P3-039.
- 池田 博・清水晶子 (2011) オオバカンアオイ (ウマノスズクサ科) の命名者とタイプ標本. *植物研究雑誌*, 86: 242-244.
- 井上 寛編著 (2000) 日本産蛾類大図鑑 I. 966 pp.; II. 944 pp. 講談社, 東京.
- 伊藤 豊・湯浅浩史 (2000) カンアオイ種間雑種の花粉稔性に基づく種分化(1). *進化生物研究報告*, 9: 121-145.
- Kato, M. (1995) The aspidistra and the amphipod. *Nature*, 377: 293.
- 河田 党編著 (1959) 日本幼虫図鑑. 835 pp. 北隆館, 東京.
- 木村政昭 (2001) 琉球弧の成立と古地理. Pp. 19-51. 木村政昭編著: 琉球弧の成立

- と生物の渡来. 沖縄タイムズ社, 那覇.
- 吉良竜夫 (1976) 陸上生態系概論(生態学講座 2). 166 pp. 共立出版, 東京.
- 吉良竜夫 (2012) 植物の地理的分布. 392 pp. 新樹社, 東京.
- 清 邦彦 (1972) 南部フォッサマグナ西縁におけるカンアオイ属 *Heterotoropa* の分布(1). 植物と自然, 6(6): 13-17.
- 久米 修 (1986) 香川県におけるカンアオイ属 *Heterotropa* 2 種の生育環境. 香川生物, (14): 1-7.
- 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之 編著 (1985) 原色日本甲虫図鑑(Ⅲ). 500 pp. 講談社, 東京.
- 黒田登美雄・小沢智生・古川博恭 (2001) 古生物からみた琉球弧の古環境. Pp. 85-102.
木村政昭編著: 琉球弧の成立と生物の渡来. 沖縄タイムズ社, 那覇
- 前川文夫 (1972) カンアオイ類の覚え書き(1). 植物と自然, 6(4): 7-12.
- 前川文夫 (1980) 八重山のカンアオイ. サイエンス, 10(5): 78-88.
- 前川文夫 (1998) 植物の来た道. 238 pp. 八坂書房, 東京.
- 前川由己 (1979) 多摩丘陵東部におけるカンアオイ属の分布. 生物科学, 31(1): 33-41.
- 松田惇志 (2012) 奄美群島における 9 固有種のカンアオイの遺伝構造. 36 pp. 京都大学大学院人間・環境学研究科修士論文.
- 中西弘樹 (1994) 種子はひろがる. 256 pp. 平凡社, 東京.
- 岡 俊彦 編 (2005) 日本産幼虫図鑑. 336 pp. 学習研究社, 東京.
- 岡本素治・加納康嗣 (1977) カンアオイの花の周りの虫たち. Nature Study, 23: 137-139.
- 佐藤寛子(1996) 微地形スケールでのカンアオイの分布を規定する物質移動: 加住丘陵切欠地区に対する検討. お茶の水地理, 37: 115-129.
- 清水善和・矢原徹一・杉村 乾 (1988) 奄美大島のシイ林における伐採林の植生回復. 駒澤地理, 24: 31-56.
- Sugawara, T. 1988. Floral biology of *Heterotropa tamaensis* (Aristolochiaceae) in Japan. Plant Species Biology, 3: 7-12.
- 菅原敬 (1989a) 日本のカンアオイ ①カンアオイの仲間と分布. 日本の生物, 3(8): 38-43.
- 菅原敬 (1989b) 日本のカンアオイ ②カンアオイの仲間の系統. 日本の生物, 3(9): 38-43.

- 菅原敬 (1989c) 日本のカンアオイ ③日本列島のカンアオイの多様性と種の分化.
日本の生物, 3(10): 38-43.
- 菅原敬 (1989d) 日本のカンアオイ ④タマノカンアオイへの訪花昆虫とその生殖.
日本の生物, 3(11): 38-43.
- 菅原敬 (1989e) 日本のカンアオイ ⑤カンアオイ属植物の送粉様式をさぐる. 日本の
生物, 3(12): 38-43.
- 菅原敬 (1990) 日本のカンアオイ ⑥カンアオイの生活史と南西諸島のカンアオイを
巡って. 日本の生物, 3(12): 38-43.
- 菅原敬 (1999) カンアオイの花生態—キノコバエをだまして花粉を媒介するタマノ
カンアオイ. 大原雅編「花の自然史—美しさの進化学」. 北海道大学図書刊行
会, 札幌. Pp. 57-73.
- Sugawara, T. 2006. 2. *Asarum* L. In: Iwatsuki, K., Boufford, D.E. and Ohba,
H. (eds.) Flora of Japan Vol. IIa. Angiospermae. Dicotyledonae.
Archichlamydeae(a). Kodansha, Tokyo. Pp. 371-386.
- Sugawara, T. 2012. A taxonomic study of *Asarum celsum* and its allies
(Aristolochiaceae) on Amami-oshima, Southern Kyushu, Japan.
Acta Phytotaxonomica et Geobotanica, 62(2/3): 61-68.
- 杉浦直人・皆木宏明・前田泰生 (1999) 島根県産ミヤコアオイ(ウマノスズクサ科)の
受粉と結実. ホンザキグリーン財団研究報告書, 3: 195-208.
- 杉村 乾 (1985) 奄美大島における林業と人間—野生生物の関係(中間報告). 世界野
生生物基金日本委員会篇「南西諸島の自然保護その2」, pp. 273-281.
- 杉村 乾 (1987) 奄美大島における林業と野生生物保護の方法について. 千葉大学教
養部研究報告, B-20: 69-74.
- 鈴木邦夫 (1979) 琉球列島の植生学的研究. 横浜国立大学環境科学研究センター紀要,
5(1): 87-160.
- 鈴木 博 (1985) クロウサギの棲む島. 223 pp. 新宿書房, 東京.
- 上野俊一編著 (1985) 原色日本甲虫図鑑(II). 514 pp. 保育社, 東京.
- 若松昭英・釜谷美則・菅原 敬 (2009) 加住南丘陵におけるカンアオイ属の分布と植
生. 工学院大学研究報告, (107): 9-15.
- 山下文武 (2007) 医療について. 瀬戸内町史編纂委員会『瀬戸内町誌歴史編』, pp.
327-8. 瀬戸内町, 鹿児島.
- 山根正気・幾留修一・寺山 守 (2010) 南西諸島産有剣ハチ・アリ類検索図説. xii+831

pp., 24 pls. 南方新社, 鹿児島.

米倉浩司 (2012) 日本維管束植物目録. 379 pp. 北隆館, 東京.

