

小笠原諸島父島列島の自然度評価

清水善和^{*1}・富山清升^{*2}・安井隆弥^{*3}・船越眞樹^{*4}
伊藤元己^{*5}・川窪伸光^{*6}・本間 暁^{*7}

小笠原諸島父島列島の父島、兄島、弟島について、過去に行われた人間活動の度合と現在の生物の分布の両面から、地域別自然度を求めた。標準地域メッシュをさらに20等分したメッシュを最小単位とし、父島：503、兄島：183、弟島：123メッシュに区分した。自然度を自然の質を表す一つの尺度として捉え、原生状態に近い場所(基準1)と稀産固有生物の多い場所(基準2)に高い評点を与えることにして、6項目(過去の土地利用、植生の分布、稀産植物の分布、移入植物の分布、陸産貝類の分布、移入陸産貝類の分布)について、5段階の自然度(基本自然度)の評価を行った。また、これらの基本自然度を用いて10段階の総合自然度を求めた。その結果、兄島中央部の山地平坦面は広い面積にわたって最高の自然度10となった。父島では中央山東平から奥村稜線にかけて自然度8、9の場所がまとまって見られ、弟島では広根山周辺と南端の半島部周辺が比較的高い自然度7、8となった。現在実質的な自然度評価として用いられている国立公園の地種区分を5段階評価に直し、各基本自然度との対応関係を調べたところ、地種区分では一般に海食崖部分が過大評価され、内陸の植生部分が過小評価される傾向が見られた。特に、兄島中央部の山地平坦面は父島列島で最高の自然度を有しながら、開発可能な普通地域に指定されているので、食い違いが顕著であった。そこで、兄島中央部を国立公園の普通地域から特別保護地区へ格上げすること、並びに公園指定後に明らかになった知見をもとに公園計画全体を見直すことを提言した。

I 序 論

小笠原諸島は東京から南へ約1000kmの太平洋上に浮かぶ亜熱帯の島である。同じ亜熱帯に位置していても、過去に何度か中国大陸と陸続きになった大陸島の琉球諸島とは違って、小笠

原は島の誕生時以来大洋中に孤立して存在してきた大洋島である。そのため、偶然島にたどり着き、島の中で独自の進化の道を歩んできた種が集まって、他所では見られない独特の生態系が形成されている(小野・小林, 1985; 川窪, 1989; 清水, 1989)。

*1 清水善和 駒沢大学文学部自然科学教室
*2 富山清升 東京都立大学理学部生物学科大学院
*3 安井隆弥 小笠原高等学校
*4 船越眞樹 信州大学理学部生物学教室
*5 伊藤元己 東京都立大学理学部牧野標本館
*6 川窪伸光 鹿児島大学理学部生物学教室
*7 本間 暁 日本野生生物研究センター

小笠原は沖縄の島々と比較して、一つ一つの島が非常に小さい。小笠原で最大の面積をもつ父島でもわずか 24 km^2 であり、沖縄本島の約 50 分の一でしかない。しかも、居住域を除いてほぼ全域が小笠原国立公園に含まれているので、利用可能な土地が限られており、開発と自然保護が対立しやすい条件を持っている。現在、小笠原では飛行場やマリン・リゾート関連施設の開発計画が進められており、今後両者の関係はいつそう厳しくなることが予想される。また、小笠原のように狭い地域の中に、国立公園の特別保護地区から公園外の間活動地域まであらゆる評価段階の自然が詰め込まれている例も珍しい。その意味で小笠原は開発と自然保護の問題を考えるうえで、一つのモデルケースになると考えられる。

従来、開発と自然保護の調整は基本的に国立公園の地種区分に対応して図られてきた。しかし、その区分自体が、1968年の施政権返還後の短期間で不十分な調査に基づいてなされたこと、海岸景観に重きがおかれ内陸部の森林植生が十分評価されていないこと、指定から20年近くたち自然(特に原生林)に対する内外の評価が高まってきたことなどから、その後の研究で明らかになってきた実際の自然の貴重性と合わないという問題が生じてきた。この間、奥富ら(1983)が現生の植生から5段階の自然度評価を行ない、公園計画において過小評価されている部分については指定の格上げを提言しているが、彼らの自然度評価においても上記の問題点が十分解決されているとはいえない。

そこで、本研究ではこれまで蓄積されてきたデータと新たに実施した現地調査のデータを基に、過去に行なわれた人間活動の度合いと現在の生物の分布の両面から、小笠原諸島父島列島の父島、兄島、弟島について、地域別自然度を求めようと試みた。また、地域別自然度と国立公園の地種区分との対応関係についても検証し

た。さらに、自然度に関する原理的、並びに実際的な問題点についても考察を加えた。

なお、本研究は1989年度日本生命財団研究助成を得て行なわれた。

II 方 法

本研究では自然度を自然の質を表す一つの尺度として捉え、以下の二点を基準に、5段階評価(自然度1-5)を行なった。

基準1：原生状態(人為の影響が及んでいない)の場所を高く評価する。

基準2：固有生物(特に稀産種)の多い場所を高く評価する。

この二つの基準それぞれによる評価は多くの場合一致するが、場所によっては必ずしも一致しない場合が考えられる。例えば、島を取り巻く海食崖の岩場はもともと植生に乏しく、基準1で高い評点を得ても基準2では低い評点しか与えられないことがある。しかし、父島列島の場合、人が近付けないような岩場でも現在では野性化ヤギの影響を受けて原生状態とはいえないから、実際には大きな評価の不一致はないと考えられる。

父島列島の地域別自然度をコンピュータ処理するために、島内をメッシュ(小区画)に区分した。メッシュとしては、汎用性の高い行政管理庁告示の標準地域メッシュを採用した(国土庁・建設省, 1987)。これの第3次地域区画(基準地域メッシュと呼ばれる)は一つのメッシュが経度差45秒、緯度差30秒の範囲であり、低緯度の小笠原では約 $0.9 \text{ km} \times 1.3 \text{ km}$ の長方形となる。本研究では自然環境保全基礎調査用メッシュ地形図(基準地域メッシュに対応)を基に、これをさらに20等分(経度方向に5分割、緯度方向に4分割)したメッシュを最小単位とした(図1)。これにより、各島はそれぞれ、父島: 503メッシュ、兄島: 183メッシュ、弟島: 123メッシュに区分された。

上記の基準に従い、各メッシュごとに以下の6項目についてそれぞれ5段階評価の自然度を求めた。また、比較のために国立公園の地種区分についても5段階評価に直して扱うことにした。以下、各項目別の自然度を基本自然度と呼ぶことにする。

なお、項目別の評価の過程で一つのメッシュの中に複数の自然度評価の値が含まれる場合は、そのメッシュの中で最も広い面積を占める自然度を採用した。

(1) 過去の土地利用

父島については片平(1981)による「土地台帳の地目よりみた父島における戦前の土地利用図(1944年頃)」を用い、兄島・弟島については、東京営林局(1986)の「小笠原事業区第4次樹立事業図第1葉(父島列島)」に延島(1990)に引用されている「戦前における弟島の戸数分布図」のデータを加えて評価を行なった。

(2) 植生の分布

奥富ら(1983)の「小笠原諸島現存植生図」を基に、Shimizu & Tabata(1991)の父島植生図、清水(1989b)の兄島植生図、清水(未発表)の弟島植生図による修正を加えて、評価を行なった。

(3) 稀産植物の分布

稀産の木本植物29種(チチジマクロキ、オオミトベラ、ムニンヒサカキ、ナガバキブシ、ムニンノボタン、マルバタイミンタチバナ、ウラジロコムラサキ、ムニンゴシュユ、シマムラサキ、ムニンイヌツゲ、オガサワラボチョウジ、ムニンフトモモ、コバノトベラ、オガサワラクチナシ、トキワガマズミ、シロテツ、ムニンノキ、オガサワラモクレイシ、ムニンヤツデ、ウチダシクロキ、ムニンビャクダン、シマタイミンタチバナ、シマカナメモチ、ムニンシャシャンボ、ヒメマサキ、マルバシマザクラ、オガサワラグワ、ムニンツツジ、アツバクコ)、草本植物7種(アサヒエビネ、ムニンタツナミソウ、

オガサワラシコウラン、ムニンタイトゴメ、コヘラナレン、ツルワダン、オガサワラアザミ)、シダ植物25種(イワホウライシダ、ムニンエダウチホングウシダ、ホコシダ、ホソバホラゴケ、ウチワゴケ、ゼニゴケシダ、オニホラゴケ、オガサワラリュウビンタイ、ヘゴ、メヘゴ、ムニンミドリシダ、ムニンベニシダ、チチジマベニシダ、ツルキジノオ、ムニンヘッカシダ、コキンモウイノデ、オオホシダ、オオシケシダ、オオトキワシダ、ムニンシダ、オオバノコウザキシダ、オオイワヒトデ、ムニンサジラン、ナンヨウシラン、アマモシラン)について各種ごとの分布図を作成した。この分布図に基づき、各種の分布の集中度(1メッシュ当りの出現種数)により、木本植物、草本植物、シダ植物それぞれの自然度評価を行なった。ただし、小笠原諸島で分布がきわめて限られている種と父島列島で分布がきわめて限られている種については、一種のみの出現でも自然度5、および自然度4とした。最後に、木本植物、草本植物、シダ植物の3種類の自然度を比較して、各メッシュでもっとも高い自然度の値をもってそのメッシュの代表値とし、稀産植物の分布の基本自然度図を作成した。

(4) 移入植物の分布

リュウキュウマツ、モクマオウ、ギンネム、アカギはいずれも戦前に島外から持ち込まれ各地に植えられたものが基になって、その後自然に分布を広げたものである。これらはそれぞれ島の生態系の中で占める位置が異なっている(リュウキュウマツ・モクマオウの組合せ以外は分布があまり重複しない)が、人為の影響を強く受けた場所でより多く繁殖する傾向がある点では一致している。これらは本来小笠原のものではなく(原生状態ではない)、これらが高密度に生育している場合は固有種はほとんど含まれないので、基準1,2の両方から自然度は低く評価される。

リュウキュウマツとモクマオウは合わせて、Shimizu & Tabata (1985) の「リュウキュウマツの密度段階分布図(モクマオウを含む)」(父島のみ)と奥富ら (1983) による植生図中のリュウキュウマツ群落とモクマオウ林の分布を参考にして評価した。また、ギンネムは船越 (1988) の「父島のギンネム成林地」の図と兄島、弟島の現地調査の結果(分布図)とにより自然度を求めた。アカギについては父島、兄島、弟島とも現地調査により分布図を作成し評価を行なった。

こうしてできた3種類の自然度を比較して、それぞれのメッシュで最も低い自然度の値をもってそのメッシュの代表値とし、移入植物の分布の基本自然度図を作成した。

(5) 陸産貝類の分布

小笠原に現在生息している陸産貝類(カタツムリ)のうち、分布状態が比較的良好にわかっている38種を以下のように環境の攪乱に対する耐性の観点から5段階に分け、それぞれのメッシュに出現する種のうちで最も高いランクの種の出現をもって、そのメッシュの自然度とした。

ランク5：環境の攪乱に極めて脆弱な種(原生林でなければ生育できない)；エンザガイ類、ベッコウマイマイの一部。

ランク4：環境の攪乱に脆弱な種(二次林に再定着は不可能)；オガサワラヤマキサゴ類、ハハヒメベッコウ、マキスジベッコウ、エリマキガイ。

ランク3：弱度の環境攪乱に耐えられる種(二次林への再定着困難)；カタマイマイ類、オガサワラキセルモドキ類。

ランク2：通常的环境攪乱に耐えられる種(二次林への再定着可能)；オガサワラオカモノアラガイ類、ノミガイ類、ボンキビガイ、Ditropis 類。

ランク1：強度の環境攪乱に耐えられる種；ス

ナガイ類、オカチョウジガイ類。

(6) 移入陸産貝類の分布

父島列島に現在分布する移入種陸産貝類として、アフリカマイマイ、オカヒタチオビガイ、オナジマイマイ、ヤマナメクジ、コウラナメクジを取り上げ、現地調査により各種の分布図を作成した。移入植物の場合と違って、これらの種の分布は互いに重なり合っているため、共存する種数の大小をもって自然度を評価(共存種数が多いほど低い自然度)した。

(7) 国立公園の地種区分

現在、開発計画を立てる際に、実質的な自然度評価として用いられている国立公園の地種区分を東京都発行のパンフレット「小笠原国立公園」の中の「小笠原国立公園区域及び保護・利用計画」の図より判読し、他の基本自然度に合わせて5段階評価に直した。

以上のような方法で求められた各項目ごとの基本自然度の評価は、当然項目間で異なることが予想される。そこで、各基本自然度評価の間にどの程度の対応関係が見られるのかを把握するために、次のような不一致度 (D) を考案した。

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N |A_i - B_i|}{N}$$

A_i, B_i：項目 A, B における i 番目のメッシュの自然度 (1-5)

N：メッシュの総数 (父島：503, 兄島：183, 弟島：123)

すなわち、不一致度 (D) は二つの項目の間で一メッシュ当たり平均してどのくらい自然度の値が離れているかを表すもので、全メッシュで自然度評価が一致した場合は D=0、最も評価がかけ離れている場合は D=4 となる。

III 結 果

1 基本自然度

まず、各項目別に基本自然度の内容を検討してみる。

(1) 戦前の土地利用 (図2)

1830年に無人島だった小笠原に欧米系の先住民がハワイから移住してきて開拓が始まった。明治時代になって日本人が本格的に入植してくると、小笠原の森林は大々的に切り開かれ

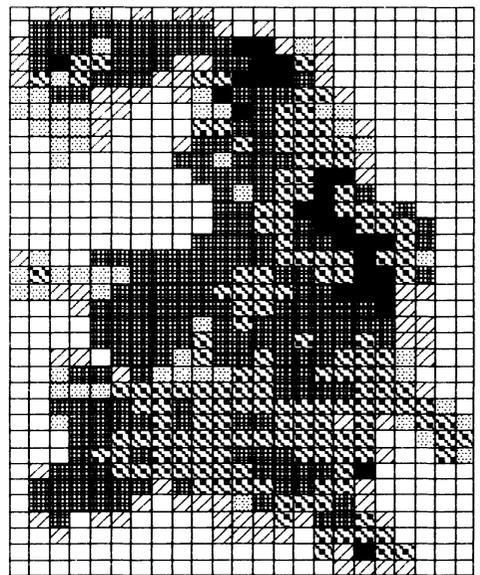
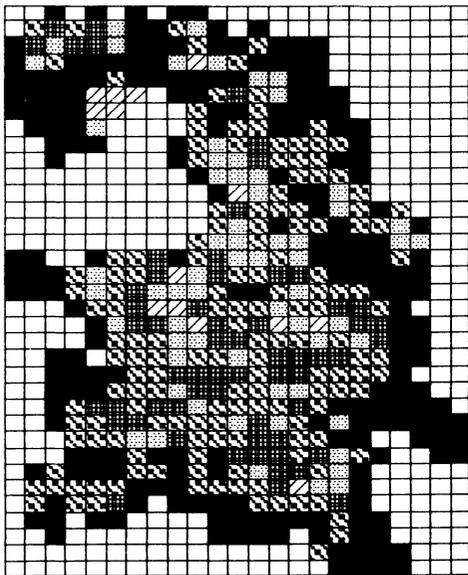
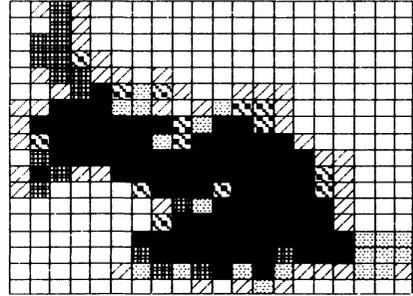
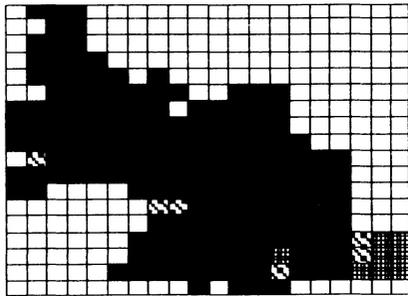
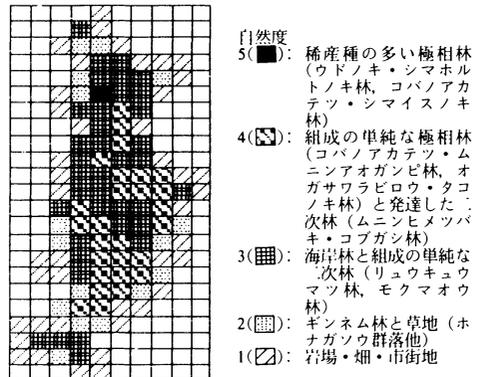
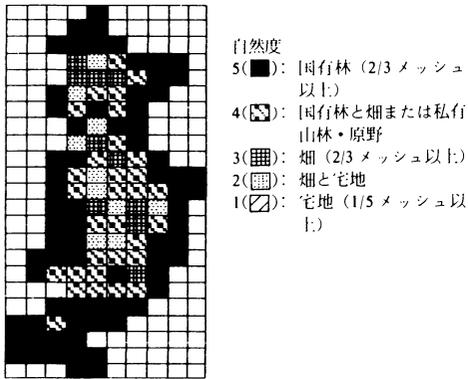


図2 戦前の土地利用図

図3 植生の分布

耕作地に変えられていった。サトウキビ栽培の全盛時代には耕作可能な土地はほとんどすべてサトウキビ畑になったといわれる程であった。父島の開墾は1876年から1898年の約20年間においてほとんど上限に達したと考えられる（片平，1981）。1920年の砂糖の大暴落でサトウキビ栽培が衰退すると、かわってスイカやメロンなどの内地の端境期をねらう冬期野菜や観葉植物の栽培が中心となった（倉田，1983）。

父島ではほぼ全域にわたって人が住み、特に大村、奥村、扇浦などには大きな集落が形成された（片平，1981）。1944年の父島の人口は4348人となっている（小笠原教育委員会，1985）。弟島にも最盛期には140人の定住者があり、集落が作られ父島同様の開墾が行なわれた（延島，1990）。これに対して、兄島は全島が乾燥しており農耕に適した土地が乏しいために、本格的な定住は一度も行なわれなかった。そのため、小笠原では兄島だけが開拓をまぬがれ、全体がほとんど手つかずの状態で現在に至っている（安井，1988）。そこで、兄島ではほぼ全域にわたって自然度が高く評価された。図2の自然度に父島・弟島と兄島の違いがよく表れている。

これら一般島民による開発の他に、戦時中の日本軍の影響も見逃すことはできない。もっとも多い時には父島列島で約15,000人の軍隊が分散して駐屯し、陣地構築に従事するかたわら、畑を作って食糧生産に励んだ（小笠原戦友会，1969）。また、弟島では軍に供出するために、牛の放牧も行なわれた（延島，1990）。しかし、軍の活動が自然に与えた影響についてはほとんど記録がなく、本研究においても一部を除いて考慮されていない。

(2) 植生の分布（図3）

植生については極相林で固有植物を多く含む林分をもっとも高く評価した。図3によれば、父島三日月山と弟島広根山周辺のウドノキ・シ

マホルトノキ林、兄島のほぼ全域と父島の中央山東平から奥村稜線にかけての山地平坦面上に分布するコバノアカテツ・シマイスノキ林が自然度5となっている。父島、弟島の内陸部を広く占めるムニンヒメツバキ・コブガシ林は大部分が戦前の耕作地跡に成立した二次林であると推定されるが（Shimizu & Tabata, 1985）、現在では発達した林分を形成し、場所によっては固有種もかなり含んでいるので、自然度4に評価した。また、乾燥した斜面に立地するコバノアカテツ・ムニンアオガンピ林は植生遷移の先駆的樹種の割合が高いこと、オガサワラビロウ・タコノキ林は組成が単純なことから、やはり自然度4とした。

モモタマナ、テリハボク、ハスノハギリなどからなる海岸林は、ほとんどの場合人為の影響を強く受けているので、自然度3に評価した。海食崖の岩場は本来ならオオハマギキョウやオガサワラアザミなどの固有草本類が見られるはずであるが、現在では野生化ヤギの影響により帰化雑草が生育するのみなので、自然度1とした。

(3) 稀産植物の分布（図4）

稀産の木本植物と草本植物の分布はほとんど自然度5の極相林（ウドノキ・シマホルトノキ林とコバノアカテツ・シマイスノキ林）に限定されているため、一部の海岸部を除いて、他の植生タイプの場所ではきわめて低い自然度となっている。こうした中で、兄島はほぼ全域が原生状態に近いコバノアカテツ・シマイスノキ林に覆われているので、稀産植物の自然度においても広い範囲にわたって高い評価を得ている。これに対し、弟島は広根山付近のオガサワラグワ群落を除いては見るべき稀産種がほとんどない。

一方、シダ植物は一般に湿性地を好み、各地の谷筋に分布が集中しているので、稀産のシダ植物は木本・草本植物とは異なる分布をしてい

る。父島列島では谷のもっとも発達した父島において、さまざまなシダ植物がみられる。特に、父島の南部にある谷筋には稀産シダ植物が集中的に見られる場所がある。これに対し、兄島と弟島では稀産のシダ植物は非常に少ない。

ただし、本研究では取り上げなかった稀産種(特にラン科の多くとイネ科)もあることに留意しなければならない。

(4) 移入植物の分布 (図5)

移入植物のうちリュウキュウマツとモクマオ

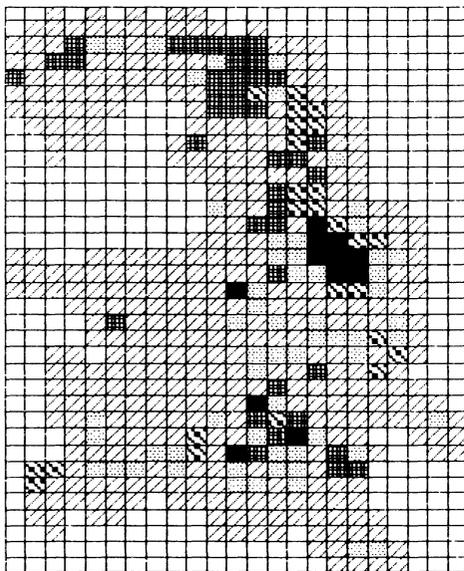
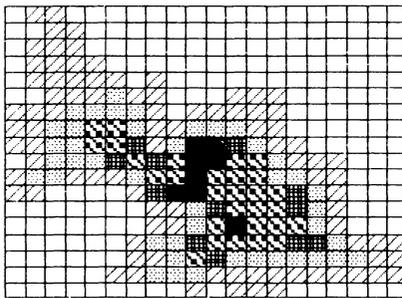
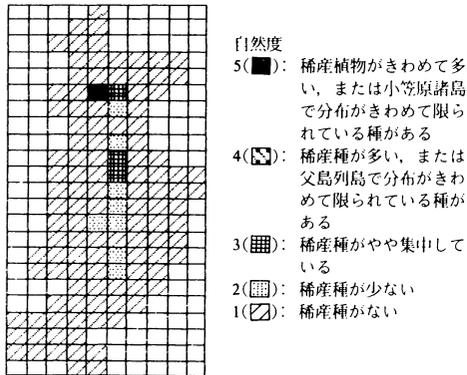


図4 稀産植物の分布

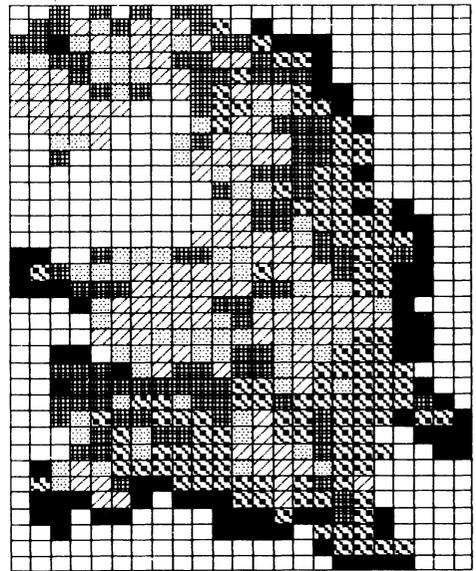
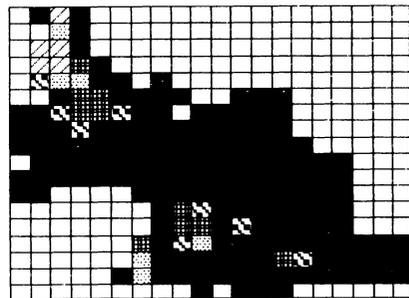
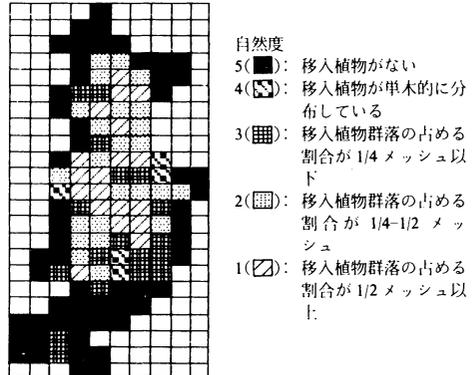


図5 移入植物の分布

ウは父島と弟島のほぼ全域と兄島の北西の半島部に分布している。ギンネムは父島では人為の影響を強く受けた場所、とくに旧・現集落の周辺に広く群落を形成しているが、兄島と弟島ではわずかしこ存在していない。また、アカギについては父島では各地の植林地に純林が維持されており、これを核として現在分布が広がりつつある。しかし、弟島では数箇所で散発的にしか見つかっておらず、兄島では全く見られない。そこで、これらを総合した図5では父島と弟島で自然度が低く、移入植物の少ない兄島で非常に高い値となっている。

島の周囲を囲む海食崖の岩場はもともと樹林が成立しない立地であるため、わずかなリュウキュウマツの侵入を除いては移入植物(帰化雑草を除く)が見られず、どの島でも高い自然度に評価されている。

(5) 陸産貝類の分布 (図6)

陸産貝類は、一般に小型で移動能力に乏しく人為の影響を受けやすいので、環境の攪乱に対するよい指標となる(富山, 1989a)。父島では、植生のほうからは極相林とされ自然度5に評価された場所でも、陸産貝類では環境の攪乱に極めて脆弱な種(自然度5)が一種も見られない。辛うじて環境の攪乱に脆弱な種(自然度4)が奥村稜線と東海岸周辺の2箇所にきわめて限定されて残っているのみである。これらの種の多くは戦前の記録では父島にも生息していたことになっている(黒住, 1988)ので、その後の人為の影響で衰退あるいは絶滅してしまったものと考えられる。戦前の土地利用が父島とよく似ている弟島も父島と同様の状態である。

これに対して、過去の人為の影響が非常に少ない兄島には、環境の攪乱にきわめて脆弱な種(自然度5)が多数生息している。現在、兄島でしか生存の確認されていない固有種が10種以上にも上る(富山, 1989a)。そのため、島の周囲の海食崖を除いて、兄島の樹林部分はきわめて

高い自然度となっている。

(6) 移入陸産貝類の分布 (図7)

父島では移入陸産貝類が二次林を中心に広く分布している。このことがまた、父島の固有陸産貝類の衰退にもつながっていると考えられている(富山, 1989b)。ところが、兄島と弟島では現在、移入陸産貝類が全く見られない。これは両島が戦後無人島となり、父島からの侵入の機会が少なかったことが、大きな原因と考えられる。また、弟島には小笠原で唯一、野生化ブタが繁殖しており、その摂食の影響も考えられる(黒住, 1988)。ただし、兄島の滝ノ浦と万作海岸、弟島のノ谷には、白化したアフリカマイマイの古い死殻があり、一時期移入陸産貝類が生息していた可能性が高い。

次に、異なる項目間での基本自然度の比較を試みる。表1は島ごとに各項目間の不一致度(D)を計算したものである。各項目における基本自然度の5段階の重みが必ずしも一致しているとはいえないので、厳密な数字の大小を論じても仕方がないが、各項目間で自然度分布パターンの似寄りの傾向はつかめるものと考えられる。ただし、島の周囲の海食崖を含むメッシュの評価が、項目間で大きく変わるので、その影響が不一致度の値にも表れていることを考慮する必要がある。

表1によれば、全体的にD=2以下の値が多く、各項目の基本自然度の分布パターンは互いによく一致しているといえる。特に、どの項目においても基本自然度が高い値を示した兄島では他の二島に比べて項目間の不一致度が低い。これに対して、項目間で評価のバラツキの大きかった弟島では全般に不一致度が高くなっており、父島はこれらの中間である。

また、各項目の不一致度を仔細に見ると、戦前の土地利用と移入植物・移入陸産貝類の分布との不一致度がどの島においても低くなっており、移入生物が人為の影響の大きい場所を中心

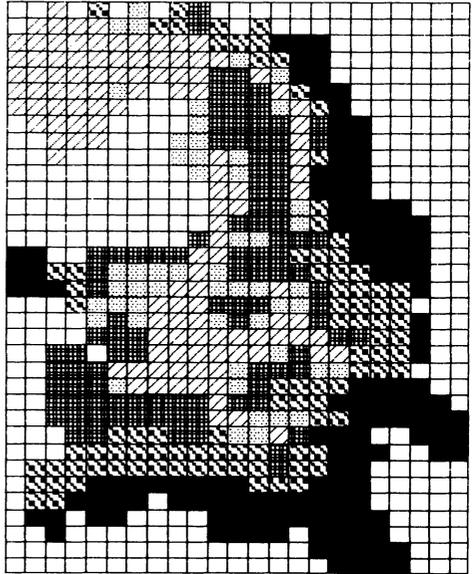
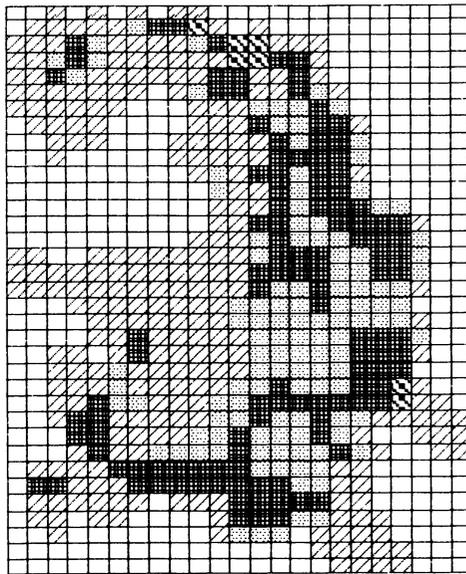
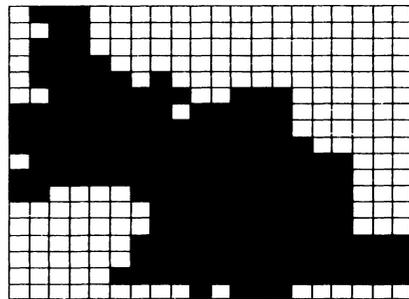
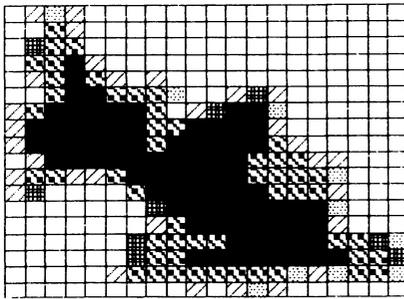
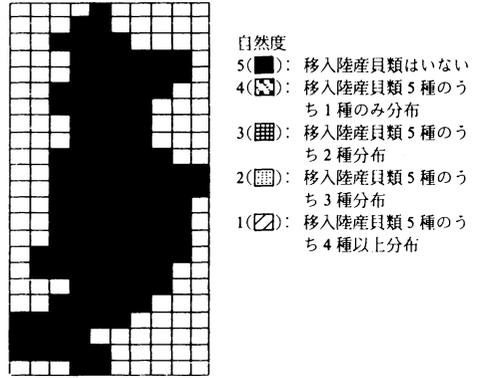
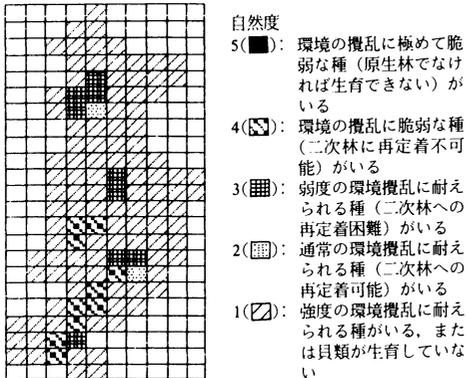


図6 陸産貝類の分布

図7 移入陸産貝類の分布

に広がっている様子をよく示している。また、兄島では稀産植物の分布と他の項目との不一致度が高いのが目立つが、これは稀産植物の分布が兄島の中でも山地平坦面中央部に限定されて

いるためである。弟島は父島同様に人為の影響が広範囲にわたっているにもかかわらず、移入陸産貝類の分布では最高の自然度(移入種がない)となっているので、移入陸産貝類の分布

表 1 各項目間における基本自然度の不一致度 (D)

a 父島							
	1	2	3	4	5	6	平均
1 戦前の土地利用		1.38	2.52	1.28	2.28	1.23	1.74
2 植生の分布			1.61	1.42	1.39	1.43	1.45
3 稀産植物の分布				1.69	0.67	1.91	1.68
4 移入植物の分布					1.50	0.91	1.36
5 陸産貝類の分布						1.57	1.48
6 移入陸産貝類の分布							1.41
b 兄島							
	1	2	3	4	5	6	平均
1 戦前の土地利用		1.39	2.82	0.45	1.15	0.12	1.19
2 植生の分布			1.48	1.53	0.63	1.51	1.31
3 稀産植物の分布				2.60	1.78	2.94	2.32
4 移入植物の分布					1.36	0.36	1.26
5 陸産貝類の分布						1.20	1.22
6 移入陸産貝類の分布							1.23
c 弟島							
	1	2	3	4	5	6	平均
1 戦前の土地利用		2.15	3.18	1.11	2.95	0.66	2.01
2 植生の分布			1.28	2.39	1.13	2.58	1.91
3 稀産植物の分布				2.41	0.42	3.82	2.22
4 移入植物の分布					2.27	1.54	1.94
5 陸産貝類の分布						3.59	2.07
6 移入陸産貝類の分布							2.44

と他の項目との間で大きな不一致度の値がみられる。

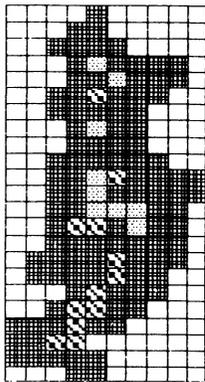
2 総合自然度

6項目の基本自然度を用いて、総合自然度を求めた。対応する各メッシュの値を平均したのち小数点以下を四捨五入して5段階表示としたものを平均総合自然度（図8）、対応するメッシュの値(6項目)のうち最大の値を採ったものを最大総合自然度（図9）、同じく最小の値を採ったものを最小総合自然度（図10）として示した。また、より詳細な自然度評価を得るために、平均総合自然度を求める過程で、各メッシュの平均値を2倍し、小数点以下を四捨五入して10段階表示(実際は自然度2-10)の自然度を算出した。これを10段階総合自然度として図11に示す。

平均総合自然度でみると父島は自然度2-4に

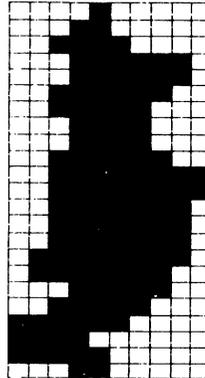
収まり、自然度5のメッシュがない(10段階総合自然度では自然度9が最高)。これは最小総合自然度の図からもわかるように、稀産植物や陸産貝類が非常に限られた場所にしかないこと、一方、移入植物や移入陸産貝類がかなり広い地域に侵入して自然度を押し下げていることが原因である。こうした中で父島では中央山東平から奥村稜線にかけての山地平坦面上に広がるコバノアカテツ・シマイスノキ林の総合自然度がもっとも高い(同自然度8,9)。島の南部では海岸から少し内陸に入った部分が帯状に高い自然度(同自然度7)となっている。

弟島は最小・最大総合自然度にもるように、稀産植物はほとんどない(自然度が低い)が、移入陸産貝類もない(自然度が高い)ことから、自然度が相殺されて総合自然度では中間段階の値(同自然度5,6)が広く分布している。その中



対応する各メッシュについて、
6項目の基本自然度を平均し、
5段階表示としたもの。

自然度
5(■)
4(▨)
3(▩)
2(▪)
1(▧)



6項目の基本自然度のうちで、
対応する各メッシュから最大の
値をとって総合したもの。

自然度
5(■)
4(▨)
3(▩)
2(▪)
1(▧)

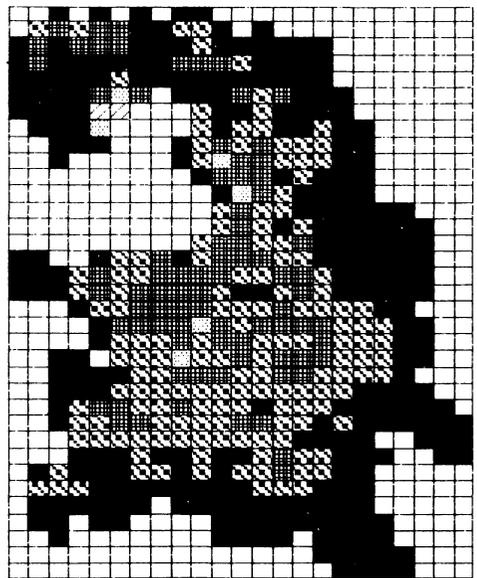
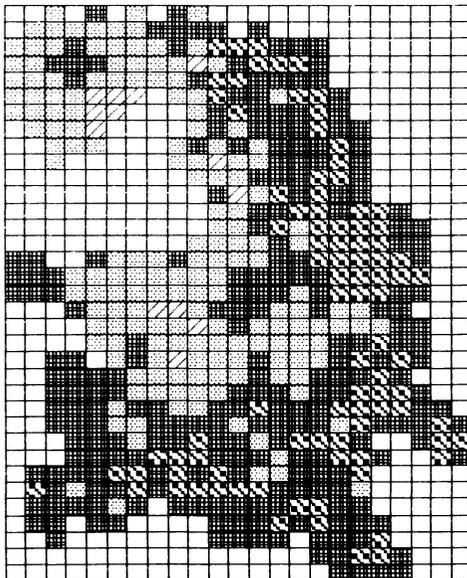
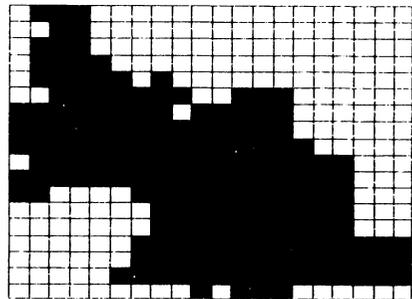
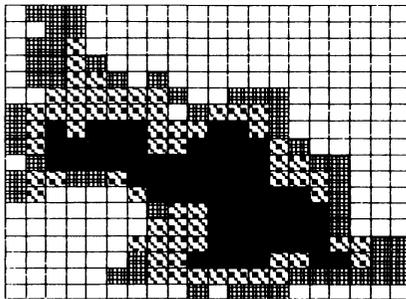


図8 平均総合自然度

図9 最大総合自然度

で、広根山周辺と南端の半島部付け根から測量ヶ岳にかけての部分と比較的高い総合自然度の値(同自然度7,8)となっている。

一方、兄島はどの項目をとっても高い自然度

を有しているので、当然、総合自然度においても高い値となっている。しかも、中央部の山地平坦面上は広い面積にわたって最高の総合自然度(同自然度10)となっているのが特徴である。

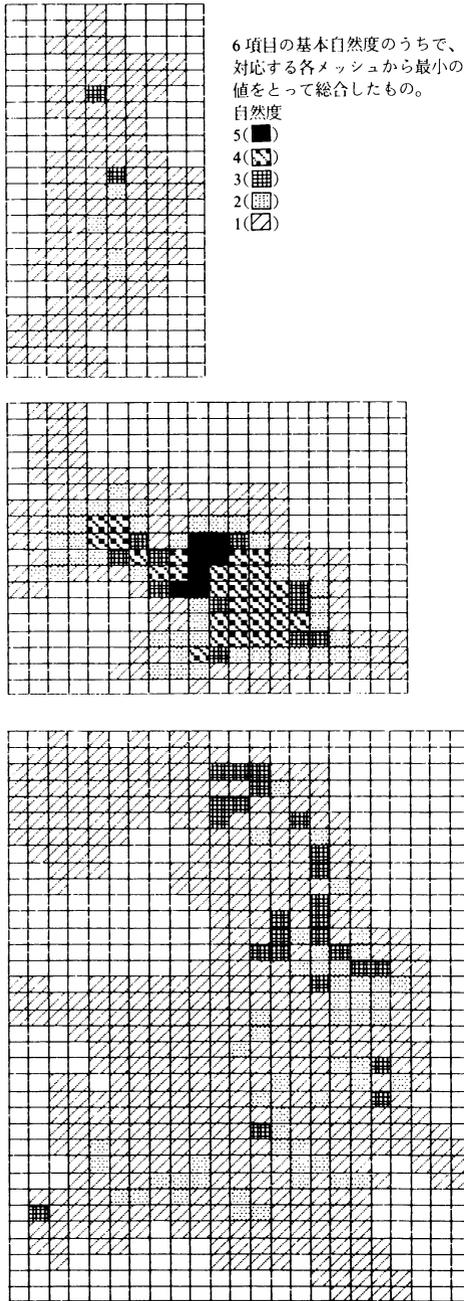


図10 最小総合自然度

どの島においても周囲の海食崖の部分は中間の総合自然度(同自然度6)となっている。これは海食崖のようにもともと植被の少ない場所、従って他の生物にとっても生息しにくい場所で

は、本研究で取り上げた項目だけでは、自然度を的確に捉えられない面があり、項目間で自然度の振幅が大きすぎてしまうからである。海食崖は島の景観においては重要な役割を果たしており、また、海岸とセットになって海産生物とも関わりが深いので、本来はまた別の基準をたてて評価すべきかもしれない。

3 国立公園の地種区分との対応

小笠原国立公園の地種区分を5段階表示したものを図12に示す。この区分は1972年の小笠原国立公園指定の際に決定されてから、一度も変更されることなく続いてきたものである。国立公園の地種区分は開発の規制と結びついているので、現実的な意義が大きい。現在ではこれが事実上小笠原の各地の自然度を測る物差しとして使用されている。例えば、兄島空港計画を立案するにあたって、兄島の当該地域は国立公園の普通地域であるので自然保護上問題はないとしている（東京都・日本工営，1987）。

図12をみると海食崖の部分がどの島でもおしなべて高い自然度となっているのが目立つ。これは、おそらく海岸の自然景観を重視した結果であろう。しかし、内陸部の植生についてはやや低いランクの指定となっており、父島列島で唯一の普通地域に指定されている兄島の中央部でこの傾向がもっとも顕著である。

表2は島別に先述の6項目と国立公園の地種区分との間で、基本自然度の不一致度(D)を求めたものである。各項目間の不一致度(表1)と比較して、ほぼ類似の値をとっており、地種区分は概ね各項目の自然度と対応した指定になっているといえる。その中でも、人為の影響を直接的に反映していると考えられる戦前の土地利用、移入植物の分布、移入陸産貝類の分布の3項目とは特によく対応しているのが興味深い。これらの3項目はいずれも海食崖部分の自然度が高く評価されている点で、地種区分の評価と一致している。また、総合自然度でみると、や

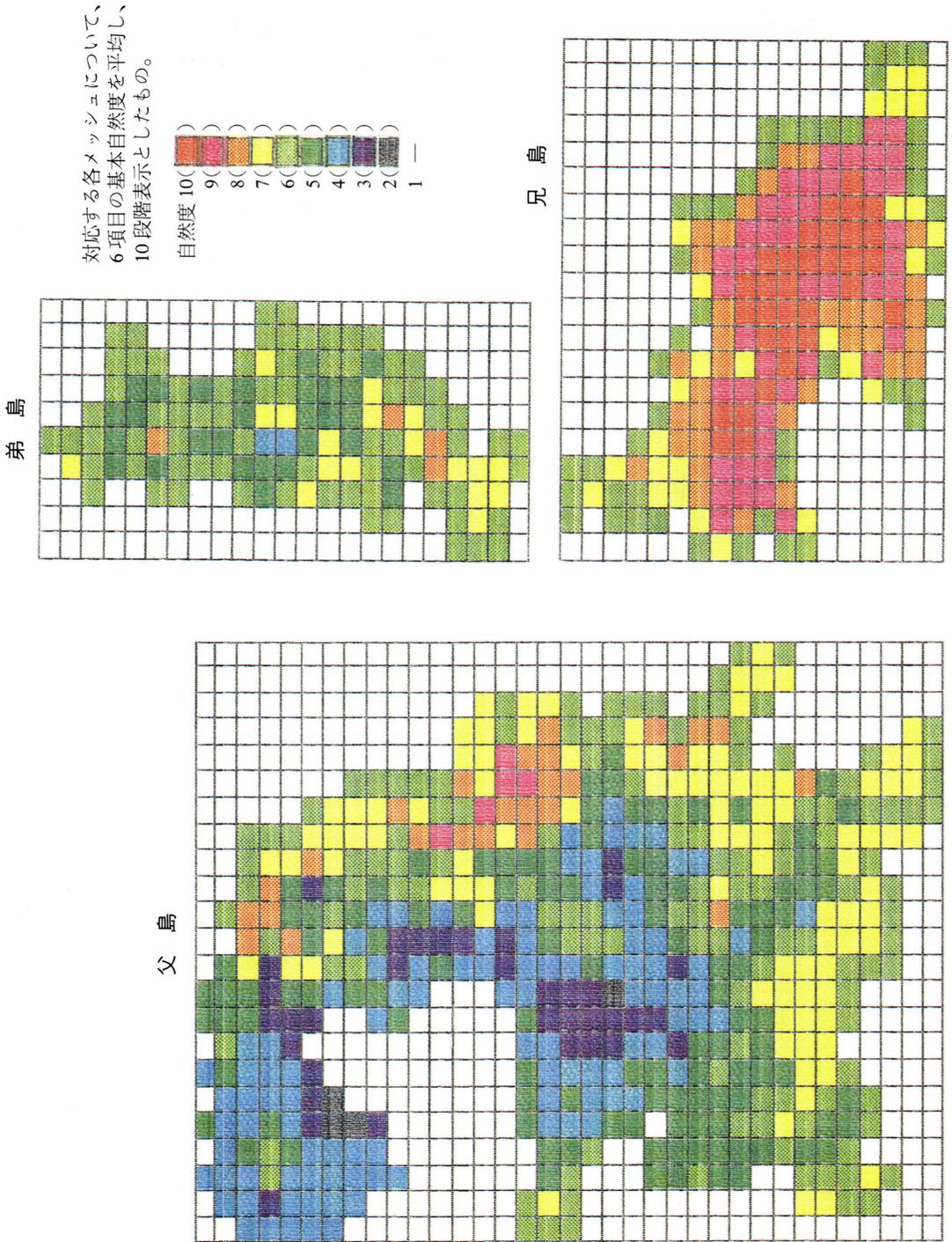


図11 10段階総合自然度

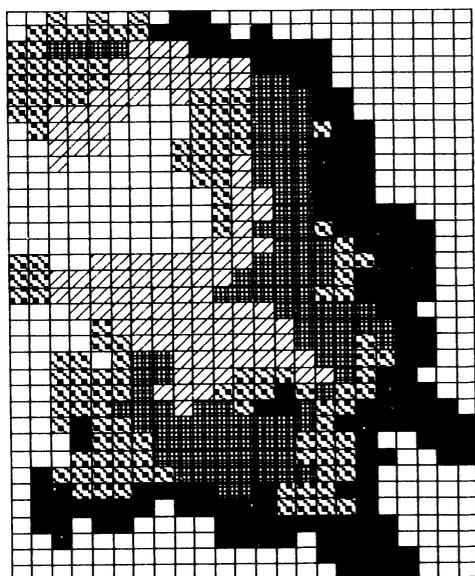
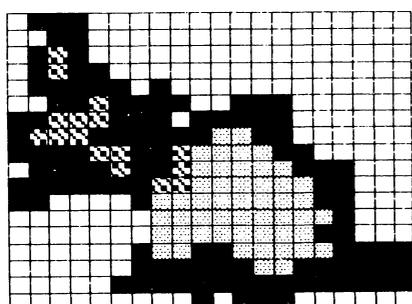
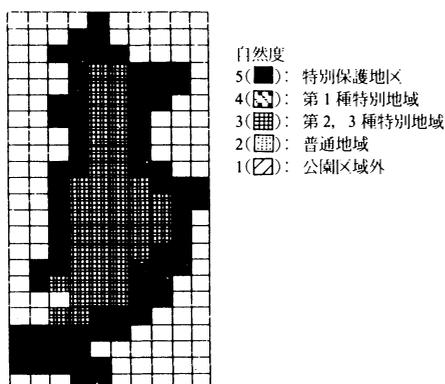


図12 国立公園の地種区分

はり海食崖部分の評価が高く表れる最大総合自然度との対応がもっともよい（表3）。

ところが、メッシュごとに地種区分の自然度から平均総合自然度を引いた値を計算してみる

表2 国立公園の地種区分と各項目の基本自然度との不一致度 (D)

	国立公園の地種区分			
	父島	兄島	弟島	平均
1 戦前の土地利用	1.02	1.00	0.56	0.86
2 植生の分布	1.43	2.27	2.19	1.96
3 稀産植物の分布	2.09	2.77	3.06	2.64
4 移入植物の分布	1.03	1.09	0.90	1.01
5 陸産貝類の分布	1.77	1.94	2.89	2.20
6 移入陸産貝類の分布	0.80	0.92	0.80	0.84
平均	1.36	1.67	1.73	

表3 国立公園の地種区分と総合自然度との不一致度 (D)

	国立公園の地種区分			
	父島	兄島	弟島	平均
平均総合自然度	1.16	1.62	1.31	1.36
最大総合自然度	1.01	0.92	0.80	0.91
最小総合自然度	2.26	2.79	3.14	2.73
平均	1.48	1.78	1.75	

と、場所によってかなり大きな差のあるところが見つかる（図13）。図でマイナスの値は地種区分との対比において、自然度が過小評価されていることを示している。これによると、兄島の中央部は広い範囲にわたって-3の値となっており、父島列島でもっとも過小評価されている。ここは平均総合自然度でもっとも高い評価（自然度5）を与えられているにもかかわらず、地種区分では開発可能な普通地域（自然度2）に指定されているからである。

また、父島では居住地区の周辺がやや過小評価されているが、公園区域外（自然度1）であっても、多少は自然が残っているところも多いので、これは当然の結果であるともいえる。

一方、上述のように島の周囲をとり囲む海食崖の部分はどの島においてもおしなべて+2と過大評価されている。こうしてみると、国立公園の地種区分と総合自然度との一見よい対応関係はあくまで平均的なものであり、兄島で典型的にみられるように、内陸部の植生の過小評価

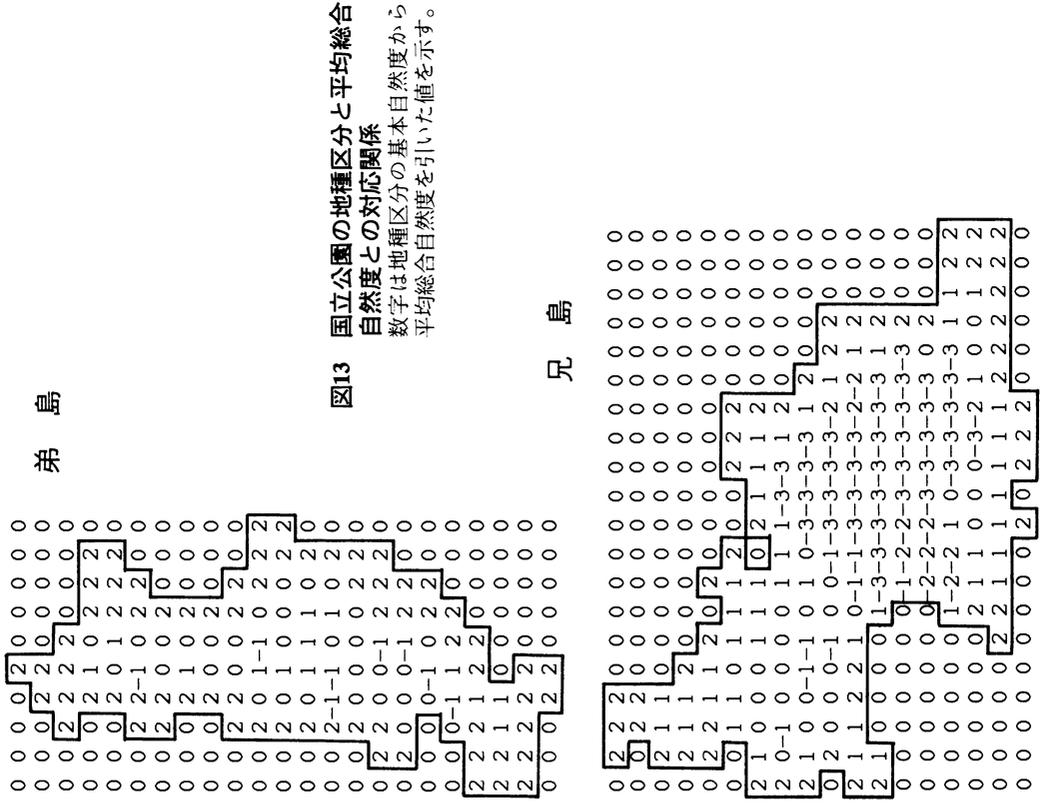
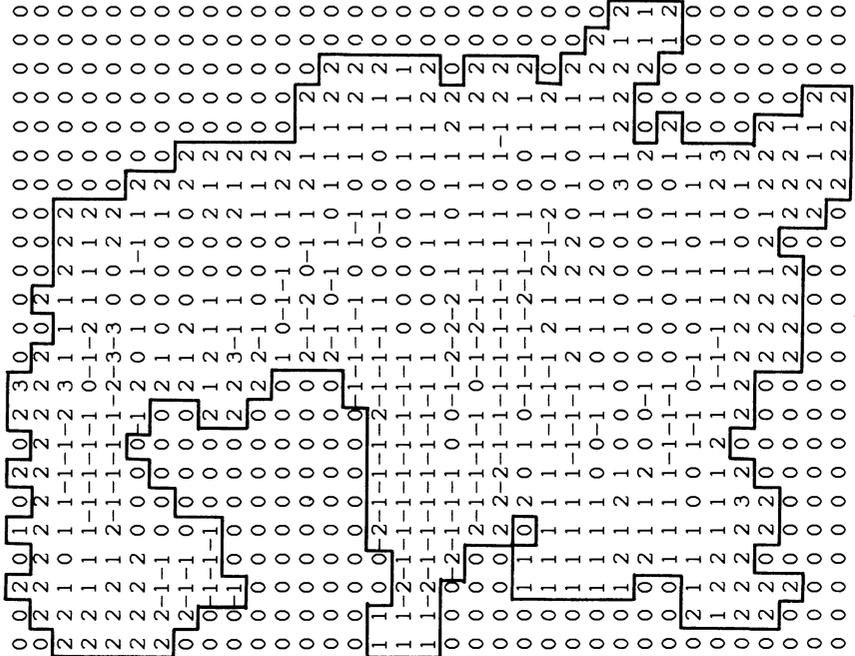
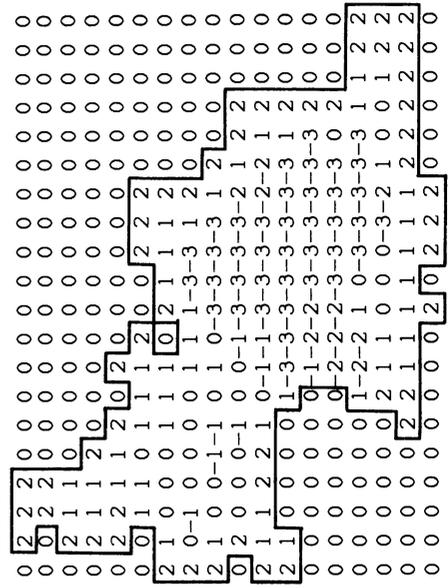


図13 国立公園の地種区分と平均総合自然度の対応関係
 数字は地種区分の基本自然度から平均総合自然度を引いた値を示す。

父島



兄島



と海食崖部分の過大評価を内に含んだものでありと理解できる。

IV 議 論

1 自然度の問題点

自然度の考え方は昔からあるが、日本で広く使われるようになったのは、環境庁の第一回緑の国勢調査（自然環境保全調査報告書、1976）以来である（沼田、1990）。自然度については原理面や実際面で考慮しなければならない問題点があるのでここで考えてみたい。

一つ目は何をもち「自然」と考えるかである。そもそも人間が誕生する以前の地球上の営みはすべて自然であったわけであるから、完全な自然とは人為の影響の全く及んでいない状態と定義される。そうすると自然度とは人為の影響の度合いを様々に評価したものを裏返して表現したものと考えることができる。環境庁の報告書でも「自然度とは、“自然は人間の手のつけ具合、人工の影響の加わる度合によって、きわめて自然性の高いものから、自然性の低いものまで、いろいろな階層にわかれて存在する”という意味で使う」としている。

ところで、現在の地球上に完全な自然状態というものはなく、自然は多かれ少なかれ人為の影響を受けて存在している。また、その人為の影響には質、量ともに無限のバリエーションがある。本研究においても、森林を切り拓いて畑にするような直接的な人為の影響もあるし、帰化したアフリカマイマイが広がって固有の陸産貝類を圧迫するような間接的な人為の影響もある。そこで、人為の影響の度合を測る時には必ず研究者の主観が入り、その結果自然度もある程度恣意的なものになるのは避けられない。

本研究では、自然度を測る基準として人為の影響の度合の他にもう一つ固有稀産種が多いことをあげた。これは、自然保護を念頭においた実際面を考慮してのことであるが、人為の影響

の評価を生物の側面から重みづける措置であるとも解釈できる。

二つ目は、自然度といっても実際には現生の植生をタイプ分けして、植生遷移の順番に並べただけの場合が多いことである（沼田、1990）。環境庁の報告書でも植生を10段階に分類して植生自然度としている。植生自然度とはいっても他の項目の自然度評価はないから、これが事実上の自然度である。その背景には「植物群落の種の組合せによって土地に対する人間の手のつけ具合が判定できる」（同報告書）との考えがある。たしかに、植生はいろいろな要素の総合された結果としてそこにあり、比較的まとまった地域の自然状態を表すには都合がよい。また、調査も短期間でできるし、航空写真の利用も可能である。しかし、「判定できる」と言い切れるほど自然度をうまく表現できるとは思われないし、また、植生だけならわざわざ自然度という言葉を持ち出さなくてもいいはずである。

本研究ではこの欠点を補うために、植生を含めて6つの項目について独立に基本自然度を求め、最後に総合する手法をとった。また、不完全ではあるが、戦前の土地利用図を用いて、人為の影響を直接評価することも試みた。これにより必ずしも現生の植生と対応しない自然度評価（例えば陸産貝類の分布）が可能となった。本研究では各項目を対等に扱って総合自然度を求めたが、利用目的によっては、各項目に重みづけを施すことにより、特定の項目を重視した自然度を算出することもできる。

ただし、このように複数の項目を用いたとしても必ずと限りがあり、評価が片寄ることは避けられない。本研究の場合は海食崖部分の自然度をうまく評価する項目がたてられなかった。海食崖部分については景観地形の自然度や、沿岸生物まで含めた自然度評価が検討されねばならないであろう。

三つ目は自然度の精度の問題である。自然度

の精度はメッシュの大きさ(細かさ)と評価のランク数に表される。まず、メッシュの大きさであるが、細かいほど正確な情報を伝えられることは言うまでもない。メッシュが大きすぎると一つのメッシュの中に複数のランクの場所が混在し、代表値を決めるのがむづかしくなる。本研究では一つのメッシュ内でもっとも広い面積を占めるランクをそのメッシュの評価値としたが、その結果、ごく小面積に高い自然度の場所があっても低い評価に埋もれて表現されないことになった。一方、元のデータの精度にも限りがあるので、あまり細かいメッシュにしても意味のないことがある。また、大きな傾向をつかみたいような場合は、かえって大きなメッシュのほうが都合のよいこともある。そう考えると元データの段階ではできるだけ詳しく調査し、メッシュで表現する際には、利用の目的にもっともふさわしい大きさのメッシュを選択するのが好ましいといえる。

次に評価のランク数であるが、これもメッシュの大きさで述べたことがほぼ当てはまる。ただ一つ注意すべき点は、本来質的な違いを量的な違いとして表現することが多いので、ランクの数字の差を単純に定量的に扱えないことである。例えば、自然度1と2の差と自然度4と5の差は同じではなく、自然度1と3の差が自然度1と2の差の2倍であるとはいえない。しかし、本研究でもランクの差を論じたように、数字の大小の比較ができないということではもちろんない。

四つ目は実際面での問題で、自然度の利用の仕方についてである。沼田(1990)は自然度を価値づけの尺度として用いることの誤りを指摘している。これは「自然度が低いことイコール開発してもよい」とする自然度の用いられ方に対する批判と受け取れる。確かに、原理的には自然度を単なる分類に留め、自然の貴重性というような価値観から切り離すことはできる。し

かし、自然度評価がなされているのに、これを利用するなというのは現実的ではないように思われる。むしろ、適切な利用の仕方を徹底したほうがよいのではないか。そこで次に利用面の原則について考える。

まず、地域性の尊重ということがある。「貴重な自然を守れ」という言い方に反発する人がいるが、これは「貴重でない自然」は壊してもよいということにつながるからである。何が貴重かはそれぞれのケースで異なっており、都会ではごくありふれた樹木からなる二次林であっても貴重な場合がある。何が貴重かは地域住民を含めて当該地域の関係者が十分な議論をもって判断することである。その意味で環境庁の調査のように、全国一律の尺度をもって自然度を論じることは、全国的な視野でものを考える時には有用だが、個々の地域の問題を扱う時には適用できない。本研究で求めた自然度は父島列島でのみ通用するものである。

次に、自然度はあくまでも計画立案時の目安にとどめ、計画初期には必ず環境アセスメントを行なうことである。前述のように自然度にはさまざまな限界がある。また、自然度評価はある時期に限られた時間のもとでなされるのが普通であるから、当然調査漏れもあるし、作成時から利用時までの間に自然の方が変化している可能性もある。これらの問題を解決できるのは、計画初期段階での環境アセスメントの実施しかない。それも現在広く行なわれているような、計画の実施を前提としたアセスメント調査(「アセスメント」ではなく「アワズメント」であると批判されている)ではなく、調査結果によっては計画の断念や大幅な変更をも含む真の意味での環境アセスメントである。本研究の自然度評価についても、自然保護、開発のどちらに利用するにしろ、あくまで計画策定のための目安にとどめ、具体的計画立案にあたってはそれぞれのケースに即して、必ず計画初期におけ

る環境アセスメントを実施しなければならない。

2 父島列島の自然度と自然保護

序論で述べたように、孤立した大洋島の上に成立した小笠原の自然は、文字通りかけがえのないものであり、世界的な視野からみてもきわめて高い学術的な価値を有しているといえる。地球的なレベルで自然保護、種の保存が重要な課題となっている現在、小笠原のような第一級の自然を守っていくのは国際的な責務であるときえ言える。しかし、現実には小笠原に人が住んでいる以上、ある程度の開発は止むを得ず、自然保護と開発の接点が求められなければならない。こうした状況において、本研究で得られた自然度評価が参考になると考えられる。

すなわち、現在高い自然度を保っている場所は自然保護区域として自然保護を第一とし、道路建設を含めて一切の開発を行なわない（ただし、自然観察遊歩道の設置等は別途に検討する）。開発計画をたてる場合はできるだけ自然度の低い場所を用いるようにし、自然保護区域との間に必ず緩衝地帯（二次林など）を置く。そして、最終計画を立てる前に必ず環境アセスメントを行なうことは前述の通りである。

さて、現在小笠原で開発を行なう場合に自然度の評価に当たるものとして国立公園の地種区分が用いられている。この地種区分が現実の自然度と一致しているかどうかは問題である。本研究で明らかにしたように、父島列島の総合自然度と国立公園の地種区分はおおむねよい一致を示すが、詳しく検討するといくつかの場所で両者の評価が釣り合わない所が見られる。その最たる場所が兄島中央部に広がる山地平坦面である。ここは、本研究の6つの基本自然度のすべてにおいて高い自然度を有し、その結果総合自然度においても最高のランクに評価されている場所でありながら、国立公園の地種区分では大規模開発も可能な普通地域に指定されてい

る。そして、現実には今、東京都がここに大規模な飛行場を建設する計画をたて、着工に向けて着々と準備を進めている。この場所が普通地域に編入された裏には、初めから将来の飛行場建設を可能にしておく意図があったと言われている（船越，1989）が、自然保護の観点からとうてい容認できることではない。

本研究の主旨に照らし合わせて、東京都は兄島空港計画を白紙に戻し、兄島以外の地に候補地を求めるべきであり、環境庁は早急にこの場所を普通地域から特別保護地区に格上げして厳重に保護を図るべきである。また、国立公園の指定から20年近くたった現在、指定後に明らかになった新たな知見を取り入れて、公園計画全体の見直しを図るよう提言したい。

最後に注意しておかなければならないことは、小笠原のように他から隔絶した小さな世界（マイクロコスモス）にあっては、一つ一つの開発は止むを得ない範囲のものであっても、トータルとして小笠原の環境容量を越えてしまう可能性が大きいことである。こうした事態を防ぐためにも、まず、全体として小笠原の自然の許容する範囲に収まるマスタープランを立て、その中で個々の自然度を考慮しながら、開発を行なっていく必要がある。

謝 辞

本研究を行なうにあたって、兄島、弟島への渡船の件でお世話になった小笠原海洋センターの菅沼弘行氏、立川浩之氏にお礼申しあげます。また、父島研究室の使用を許していただいた東京都立大学小笠原研究委員会に対して感謝いたします。

引用文献

船越眞樹 (1986) 小笠原諸島におけるギンナム林の成立 その1, 小笠原研究年報 10: 5-22。

- 船越眞樹 (1989) 小笠原空港計画と問題の所在, 地理 34(No. 11): 22-29。
- 環境庁 (1976) 緑の国勢調査—自然環境保全調査報告書, 269 pp. 環境庁, 東京。
- 片平博文 (1981) 父島の土地利用状況の特性—戦前の土地利用を中心に, 小笠原諸島自然環境現況調査報告書 (2), pp. 155-162, 東京都。
- 川窪伸光 (1989) 小笠原諸島の自然を考える—空港建設計画をきっかけとして, 自然保護 No. 330: 16-19。
- 国土庁・建設省 (1987) 国土数値情報(国土庁計画・調整局・建設省国土地理院編), 130 pp. 大蔵省印刷局, 東京。
- 倉田洋二 (1983) 小笠原—発見から戦前まで (写真帳), 259 pp. アボック社, 鎌倉。
- 黒住耐二 (1988) 小笠原諸島における陸産貝類の種組成とその絶滅に関与する要因, 小笠原研究 No. 14 & 15: 59-109。
- 沼田 真 (1990) 自然の価値を判断する前に—自然度と植生の価値, 自然保護 No. 338: 8-9。
- 延島冬生 (1990) 小笠原諸島父島列島弟島の地名 40 pp. (未刊行)。
- 小笠原戦友会 (1969) 小笠原兵団の最後 303 pp. 原書房, 東京。
- 小笠原教育委員会 (1985) ひらけゆく小笠原, 小笠原教育委員会, 東京。
- 奥富 清・井関智裕・日置佳之・北山兼弘・角 廣 寛 (1983) 小笠原の植生, 小笠原の固有植物と植生 p. 97-268, アボック社, 鎌倉。
- 小野幹雄・小林純子 (1983) 小笠原の固有種子植物, 同上 p. 1-96。
- 清水善和 (1989a) 小笠原諸島にみる大洋島森林植生の生態的特徴, 日本植生誌, 沖縄・小笠原編 p. 159-203, 至文堂, 東京。
- 清水善和 (1989b) 小笠原諸島兄島の乾性低木林と固有植物, 小笠原研究年報 13: 8-19。
- Shimizu, Y. & Tabata, H. (1985) Invasion of *Pinus lutchuensis* and influence on the native forest on a Pacific island, *Journal of Biogeography* 12: 195-207.
- Shimizu, Y. & Tabata, H. (1991) Forest structure, composition, and distribution on a Pacific island, with reference to ecological release and speciation, *Pacific Science* 45: 28-49.
- 東京都・日本工営 (1987) 小笠原諸島航空路開発調査(その2)報告書—就航機材調査及び空港建設案策定調査 pp. 164, 東京都。
- 富山清升 (1989a) 小笠原諸島兄島の固有陸産貝類, 遺伝 43(No. 11): 41-45。
- 富山清升 (1989b) 小笠原諸島兄島の空港建設計画と予想される固有陸産貝類の絶滅 その1, 九州の貝 33: 25-44。
- 安井隆弥 (1988) 小笠原諸島兄島のフロラ, 小笠原研究年報 12: 1-14。