

## マングローブ林とサンゴ礁が隣接する南太平洋島嶼域の海洋生態系と漁業

小針 統 (鹿児島大学水産学部)

河合 溪 (鹿児島大学多島圏研究センター)

真鍋尚也 (鹿児島大学共通教育)

### 目次

1. 緒言
2. 方法
  - 2-1. 対象地域と期間
  - 2-2. 漁場の海洋環境 (小針)
  - 2-3. 貝類相 (河合)
  - 2-4. 魚類相 (真鍋・小針)
  - 2-5. 貝類の濾過能力測定 (小針)
  - 2-6. 水産物の利用 (小針・河合・真鍋)
3. 海洋生態系と漁業
  - 3-1. 漁場の特徴 (小針)
  - 3-2. 漁場の海洋環境 (小針)
  - 3-3. 貝類相と漁業形態 (河合)
  - 3-4. 魚類相と漁業形態 (真鍋・小針)
  - 3-5. 貝類の濾過能力 (小針)
4. 海洋生態系が人間活動に与える影響
  - 4-1. マングローブ林とサンゴ礁が隣接する海洋生態系と水産資源 (小針)
  - 4-2. 海洋生態系が漁業に与える影響 (小針)
  - 4-3. ナイカワンガ村落における水産品の価値とその変容 (小針)
5. 謝辞
6. 引用文献

### 1. 緒言

熱帯・亜熱帯の沿岸域はサンゴ礁やマングローブ林が発達した生態系が形成され、この生態系は生物多様性が高いことが良く知られている (例えば、本川, 1985; 茅根・宮城, 2002; ヴァヌチ, 2005)。サンゴ礁やマングローブの地上根がつくる複雑な構造は、魚類、甲殻類、貝類などにとって物理的攪乱や捕食からの逃避、産卵などの場として機能する生息空間になっている。また、マングローブから供給される有機物やサンゴが生産する粘液やポリプはその供給が非常に多く、餌資源として利用されている。また、マングローブ林の木々は古くから薪木や住宅の材料に利用されたり、サンゴ礁やマングローブ林に生息す

る水産有用魚介類の漁場として利用され、人間もこのような生態系から多くの利益を受けている。

太平洋熱帯・亜熱帯に散在する島嶼域には多くの民族が生活し、それぞれ独自の文化を要しており (Crocombe, 2001)、それぞれの文化は各島嶼域独特の自然環境に適して成立し維持されてきた。近代化に伴い生活様式や自然の活用方法も変わってきたが、まだ多くの地域で伝統的な社会経済システムを維持している。太平洋熱帯・亜熱帯の島嶼域に見られる伝統的な自然環境の利用方法や知識は、現在我々の社会が目指す持続的発展を維持した社会経済システム形成の基礎となる知識が多く存在していることが指摘されている (Morrison et al., 1994)。

フィジー諸島共和国は太平洋地域のメラネシアに属し、観光を中心とした社会経済システムを有しているため太平洋熱帯・亜熱帯域では比較的発展した島嶼国である。しかし、都市から離れると多くの村落が自給自足生活を送る伝統的な社会経済システムと自然環境に適応した文化が残っている。フィジー諸島共和国ビチレブ島東部沿岸域には広大なマングローブ林とその沖合域にサンゴ礁が形成されており、この地域の人々はマングローブ林とサンゴ礁を利用し維持する社会経済システムと文化を持っている。従って、このような地域の社会や自然、およびその相互関係を明らかにすることは、自然と人間社会の共生を考慮する上で有益なヒントがある。そこで本研究では、マングローブ林とサンゴ礁を利用する伝統的村落において、

- \* マングローブ林とサンゴ礁が隣接する海洋生態系の特徴
  - \* 人間活動の海洋生態系への適応とその変容
- を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 2 地域と期間

研究対象となった地域は、フィジー諸島共和国ビチレブ島東部沿岸に位置するナイカワンガ村である (Figure 1)。この村落の沿岸域には、人為的な攪乱の少ないマングローブ自然林が形成されている。村落には、35 世帯、190 人あまりが居住し、農業を営みつつ河口～沿岸域において漁業も行う半農半漁村である (Nishimura, 2006)。電気の供給や上下水道の整備が成されておらず、フィジーの中でも平均所得が低く、自給自足に近い社会・経済システムが残る地域である。

調査は、2005 年?2007 年の毎年、8 月?9 月に行った。フィジーは貿易風の影響を受けるため、調査期間は乾期に相当し、他の時期に比べて降雨が少なく気温が低い (Figure 2)。

### 2-2. 漁場の海洋環境

河口域から沖合域に向かって調査点 4 点 (C1, C2, C3, C4) を設定し (Figure 1)、水質調査および魚類の餌となる大型プランクトン採取を行った。水質は、ハンディセンサー

(YSI63) を用いて表面海水の水温、塩分、pH を測定し、漁場における水質の特徴を把握した。大型プランクトンは、目合い 0.1mm の北原式プランクトンネットを海底直上から海表面まで毎秒 50cm 以下で鉛直曳きして採取し、中性ホルマリン (最終濃度 5%) で固定した。これらの標本を研究室に持ち帰った後、実体顕微鏡下で分類群別に識別計数すると共に、サイズ測定して各プランクトンの体積を求め、球体換算径 (ESD) からプランクトンのサイズ組成を調べた。また、既往の換算係数 (Table 1) を用い、プランクトン 1 個体あたりの体積と個体数密度から大型プランクトンバイオマスを推定した。また、既往の呼吸速度推定式 (Ikeda, 1985) に 1 個体あたりのバイオマスと生息水温を代入して呼吸速度を求め、同化効率を 0.7、総成長効率を 0.3 と仮定し、プランクトン生産速度を推定した (大森・池田, 1976)。

### 2-3. 貝類

採取されている貝類相およびこれらの漁法を調べるため、貝類を採取する村民と共に出漁して漁法、採取された貝類の種類および個体数を記録した。主な漁場は、マングローブ林の近傍の河口付近、沖合いにできた砂州と砂泥域付近、テラウ島近隣の砂泥域である (Figure 1)。最も採取数の多かったカイコソ (*Anadara cornea*) については、生息密度およびサイズ組成を調べた。干潮時に沖合いにできた砂州と砂泥域付近に 6 点を選び、各点において 50cm×50cm の方形区を 2 つずつ設置した。その方形区内で深さ 10cm まで砂泥を採取し、6mm のメッシュで篩いながらカイコソを採取し、個体数を計数した。また、採取されたカイコソのサイズを測定するため、首都スバのマーケットにおけるカイコソの殻長をノギスで計測した。

### 2-4. 魚類

漁獲されている魚類およびこれらの漁法を調べるため、魚類を採取する村民と共に出漁して漁法、漁獲された魚類の種類および尾数を記録した。主な漁場は、河口域、テラウ島近隣のサンゴ礁域、より沖合域の透明度の高いサンゴ礁域である (Figure 1)。漁獲された魚類は、デジタルカメラを使って画像を撮影した後、全長をノギスで、体重をバネばかりで測定した。撮影されたデジタル画像をもとに、Randall (2005) を参照して種を同定した。

### 2-5. 貝類の摂餌実験

カイコソの餌となっているプランクトンとそれらに対する除去速度、体内への取り込み速度を調べるため、メソコスム実験を行った。カイコソの漁場において、海水を 1L プラスチックボトル 3 本に採取し実験開始時標本 (S1, S2, S3) とする他、10L プラスチックバック 6 個に採取した。プラスチックバックのうち、食塩水中に絶食状態で 24 時間飼育したカイコソ 3 個体を入れた 3 個を添加区 (G1, G2, G3)、入れない 3 個を対照区 (C1, C2, C3) とした。添加区と対照区のプラスチックバックは栓をきつく閉め、自然海水中に垂下して

カイコソを 24 時間飼育した。飼育後、いずれの実験区からも 1L プラスチックボトルに飼育海水を採取し、実験終了時標本とした。実験開始時および終了時標本は、2%酸性ルゴールで固定して沈殿濃縮し、このうちの一部を採取して検鏡に供した。検鏡では、餌となりうる粒子について倒立顕微鏡下で中心目および羽状目ケイ藻、無殻および有殻渦鞭毛藻、繊毛虫、糞塊に識別計数する他、細胞サイズを測定して近似する立体に体積換算した。体積からバイオマスへの換算は、既往文献より求めた (Table 1)。

カイコソ 1 個体・1 日あたりの除去速度 ( $C: L \text{ animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) は下記の式 (Frost, 1972) より求めた。

$$F = V * (K_n - K_a) / N$$

$K_n$ : 餌プランクトンの純増殖速度 ( $\text{day}^{-1}$ )

$K_a$ : 餌プランクトンのみかけの増殖速度 ( $\text{day}^{-1}$ )

$N$ : プラスチックバックに入れたカイコソの個体数 ( $N=3$ )

餌プランクトンの 1 日あたりの純増殖速度、みかけの増殖速度は、実験開始時と摂餌区および対照区の実験終了時の標本より、下記の式を使って求められる。

$$K_n = \ln MS - \ln C$$

$$K_a = \ln MS - \ln G$$

$C$ : 対照区の実験終了時標本中の餌プランクトン濃度 ( $?gC L^{-1}$ )

$G$ : 添加区の実験終了時標本中の餌プランクトン濃度 ( $?gC L^{-1}$ )

$MS$ : 実験開始時標本 3 本中の餌プランクトン平均濃度 ( $?gC L^{-1}$ )

各餌プランクトンに対するカイコソ 1 個体 1 日あたりの取り込み速度 ( $I: ?gC \text{ animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) は、下記の式から求めた。

$$I = M * F$$

$M$ : 飼育中の平均餌プランクトン濃度 ( $?gC L^{-1}$ )

この時、飼育中の平均餌プランクトン濃度は下記の式より求めた。

$$M = MS * (\exp(K_a) - 1) / K_a$$

## 2-6. 水産物の食糧的および金銭的価値

ナイカワンガ村落における水産品の価値を調べるため、6 世帯をモデルとして朝・昼・夜・間食に使われた各食材をアンケートしながら記録した。各食材の出現頻度 ( $FI: \%$ ) は下記の式により求めた。

$$FI = FN_i * 100 / FTN$$

$FN_i$ : ある食材の出現回数

$FTN$ : 穀類・畜産品・水産品・その他の各食品群における各食材の総出現回数

また、水産品の換金価値を調べるため、ナイカワンガ村落沿岸域で採取されている水産品の市場価格について、フィジー水産統計 (Department of Fisheries, 2003, 2004) を参照して平均市場価格を算出した。

### 3. 結果と考察

#### 3-1. 漁場の特徴

ナイカワンガ村落沿岸には、河川流域および河口～沿岸域に人為的な攪乱の少ないマングローブ自然林が形成されている (Figure 1)。河口から 1km までは河川やマングローブ林から流入する懸濁有機物が多いため透明度が低く、海底には泥が堆積する海域である。河口付近のマングローブ林は貝類の漁場と手釣りの漁場、C1 より南側の沿岸は刺し網の漁場となっている (Figure 1)。当該海域より 3km 沖合いまでの海域では、海水中の懸濁有機物が少なくなるが海底には泥や砂が堆積しており、C2 付近には干潮時に沖合いへ延びる砂州が出現する。この砂州周辺およびテラウ島付近では貝類の漁場となっているだけでなく、海藻・海草も繁茂しており食用になる海藻の漁場でもある。本研究では、ここまでの海域を砂泥域と呼ぶことにする。この砂泥域より沖合いでは透明度が高く、サンゴ礁が点在し、C3 および C4 では手釣りや銚突きによる漁場となっている。この海域をサンゴ礁域と呼ぶことにする。

#### 3-2. 漁場の海洋環境

ナイカワンガ村落の沿岸域では、沖合域から河口域に向かって水深が浅くなるのと共に水温が高くなり、河口から流入する淡水の影響により塩分濃度が低くなる傾向を示した (Figure 3)。pH は、他の調査点よりも河口域の C1 で 8.05 と最も低かった。河口域では懸濁有機物が多く透明度が低いことから、光制限による植物プランクトンの光合成活性の低下と懸濁有機物の分解により pH が下がったものと思われる。これらのことから、ナイカワンガ村沿岸では、河口域からサンゴ礁域に向かってかなり急激な水質の変化があることが分かった。

魚類の餌となりうるプランクトンのバイオマスは、サンゴ礁域の C4 で低く、河口域の C1 で高い値を示し、C1 では C4 の 5 倍以上であった (Figure 4A)。プランクトン生産速度もバイオマスと同様の傾向があり、河口域の高いプランクトンバイオマスは高い生産速度に支えられていた (Figure 4B)。いずれの調査点でも、甲殻類のカイアシ類がバイオマスや生産速度の 75%以上を占めており、カイアシ類の割合が減少するとプランクトンバイオマスや生産速度も減少する傾向があった (Figure 4C, D)。カイアシ類は魚類の主な餌となっていることが知られており、ナイカワンガ村落沿岸域の漁場生産力に重要な役割を果たしている生物群であることが分かった。プランクトンのサイズ分布を見ると、球体換算径で 0.15 mm 前後のプランクトンが最も多かったが、河口域ではより大型サイズのプランクトンが多く分布した (Figure 5)。ナイカワンガ村落ではサンゴ礁域だけでなく河口域でも小型魚類が手釣りで漁獲されており (下記参照)、透明度の低い河口域でも魚類が回遊しているのは餌となるプランクトンが多く、またより大型の餌プランクトンが分布していることが 1 つの要因であると思われる。

ナイカワンガ村落の住民は河口からサンゴ礁までを漁場として広く利用しているが、北端はテラウ島、南端は南部の岬を漁場の境界としているらしい (Figure 1 参照)。これらからナイカワンガ村落の住民が利用している漁場面積を測定すると、23.7 km<sup>2</sup> となる。この海域における生態効率を 0.15 と仮定すると (Ryther, 1969)、この漁場全域における 1 日あたりの魚類生産速度 (この漁場に分布する魚類が体重を増加できる分) は 32 kg と推定される。ナイカワンガ村落で最も多く漁獲されるカンパチア (魚類全体の 34%、1 匹あたり 87 g : 下記参照) で計算すると、1 日あたり 126 匹分に相当する。この推定では仮定が多いものの、河川やマングローブ林から負荷される懸濁有機物を魚類の餌資源として考慮していないため (カナゼは沈殿した懸濁有機物を餌として利用している)、この推定による漁場生産力は過小評価していると考えられる。

### 3-3. 貝類相と漁業形態

調査期間中、合計 8 科 9 属 11 種の貝類が漁獲されており (Table 2)、これはフィジー沿岸域で漁獲対象となっている貝類 (27 種) の半数以下である (Table 3; Lewis 1984a, b)。捕食性の貝類は 1 種で他は全て濾過食性の貝類であり、濾過食性の貝類が多いのは対象海域では懸濁有機物が高いためであると思われる。シャコガイ類のバスアは認められなかったものの、ナイカワンガ村落で漁獲されていることがアンケートで確認されたことから、サンゴ礁域に分布しているものと思われる。採取される貝類のうち、カイコソはナイカワンガ村落で圧倒的に多く、ガンガがこれに次ぎ、その他の貝類はわずかに採取される程度であった。カイコソは C2 の砂州、その近隣とテラウ島近隣の干潮時においても干出しない砂泥域で多く採取された。これらの地域における生息密度は、2006 年では 13.6 個体/m<sup>2</sup>、2007 年では 11.1 個体/m<sup>2</sup> であり、平均値としては 12.4 個体/m<sup>2</sup> であった。このカイコソは 3 種に分類されることが指摘されているものの (Zann, 未発表)、この地域の種がどれに当たるかはまだ確定していない。ガンガは、河口域付近のマングローブ林近隣の泥域で多く採取されていた (Table 2)。シビィ、ククおよび肉食性のドレブアはカイコソが多く分布する C2 の砂州に認められ、ディオはマングローブの幹に固着していた。カイダワは C4 の潮間帯の小岩の下だけに認められ、シバとシバシバは河口からカイコソが分布する C2 までの地域の岩上に足糸を用い固着しているが、いずれも生息密度はあまり高くなかった。

漁場で採取されたカイコソは、最小殻長で 10 mm、最大殻長で 68 mm であり、30 mm を前後に小型・大型サイズに分かれた (Figure 5)。マーケットでも小型サイズのカイコソが認められるがそれは稀であり、出現頻度は 35 mm 前後で増加するので、35 mm が最小漁獲サイズといえる。野外での個体数密度は 12.4 個体/m<sup>2</sup> であるが、漁獲対象となるカイコソの個体数密度は 7.5 個体/m<sup>2</sup> となり、この値が漁獲対象密度と考えることができる。この値は、キリバス共和国で報告されているカイコソの近縁種リュウキュウサルボウ (1 個体以下/m<sup>2</sup> : 山口, 1995) や *A. holoserica* (2.9?5.2 個体/m<sup>2</sup> : Fay-Sauni and Sauni, 2005) よりも高い分布密度であった。

貝類は視覚的に生息痕跡を探るか手足の触覚で貝類を探し、手や棒を使って採取していた。沖合いの浅瀬に分布するカイコソ、ドレブア、シバ、シバシバ、シビィ、ククは、干潮時にビリンビリンと呼ばれる竹筏で C2 付近の砂州あるいはテラウ島の浅瀬に向かい、視覚的あるいは手足の触覚で探しながら採取されていた。成人女性が主の労働力であるが、高齢の男性と子供が参加することがあった。河口域に広がるマングローブ林近隣に分布するガンガは、主に子供と成人女性が採取されていた。マングローブの幹に固着するディオは、主に子供と成人女性が干潮時に上の殻を除き肉質だけを採取されていた。潮間帯の小岩の下に分布するカイダワについては、漁にきた成人の男女やテラウ島に遊びに来た家族が短時間だけ採取していた。貝類採取の主な担い手は子供と成人女性であったが、これは貝類の分布密度が高く特別な漁具を使わなくても容易に数多く採取できることが 1 つの要因となっていると思われる。

#### 3-4. 魚類相と漁業形態

調査期間中、合計 21 科 22 属 34 種の魚類が漁獲されており (Table 2)、これはフィジー沿岸域で漁獲対象となっている魚類の約 3 分の 1 に相当する (Table 3; Lewis 1984a, b)。漁獲された魚類を漁場別に見ると、サンゴ礁域では 21 種、河口域および砂泥域では 15 種であり、サンゴ礁域のほうがより多くの種類が漁獲されていた。河口域および砂泥域では 63 個体漁獲され、そのうち最も多かったのはカナゼで、サンガ、キィがこれに次いだ (Figure 7)。サンゴ礁域では 182 個体漁獲され、そのうち最も多かったのはカンパチアであり、次いでカケ、カケボタが多く、これらカンパチア、カケボタ、カケだけで漁獲尾数の 70% を占めた。サンゴ礁域で優占したカンパチアについて単位時間あたりの漁獲尾数と漁獲サイズを調べると、1 人につき 10 分あたりで 0.6?2.7 尾漁獲でき、釣れたカンパチアの大きさにはさほどばらつきが見られなかったが、平均的な大きさは全長 153 mm、体重が 87 g であった (Figure 8)。琉球列島では 4 月?11 月に産卵し、成熟サイズの尾叉長が 211 mm という報告があることから (Ebisawa, 2006)、ナイカワンガ村落で漁獲されているカンパチアは成熟前の若齢個体であると考えられる。

村で行われている漁法は、釣り漁、刺し網漁、突き漁の 3 つであった。釣り漁は、主に成人の男女が竹筏 1 艘につき 1~4 人乗って河口域やサンゴ礁域で行う他、子供が河口の橋の上から行っていた。仕掛けは、針に貝の肉片や小エビを刺し、錘がついただけの簡易なもので、釣り糸をガラス瓶や空き缶に巻き付けて使用されていた。釣り漁ではカンパチア、カケ、カケボタが多く採取された。漁場までの往復時間を除いた実働時間での漁獲効率は、1 人につき 10 分あたりで 1.8 尾漁獲だった (Figure 9)。刺し網漁は、成人男子と子供が C2 付近で網高 1m、網幅 500m の刺し網を使用して行っていた。満潮時に網の両端が浅い所、中央部が深い所に位置するように投網し、干潮時になると木製ボートで漁獲物を採取していた。刺し網で漁獲できる魚類は産卵のために河口近くに寄ってきたカナゼが多く、その他数種の魚類も採取された。漁獲効率を調べると、1 人につき 10 分あたりで 2.6 尾漁獲で

きることになるが、漁獲される魚類は大型で漁場も近いので釣り漁や突き漁よりも効率が良いかもしれない。突き漁は、全長は長さ 3m 先端部に鉄製の銚がついたものが使われていた。成人男性が木製ボートで沖合のサンゴ礁域に向かい、干潮時にボート上から主にカラカラワ、ボボ、オゴ、ヌカが漁獲されていた。また、夜間の干潮時に C2 付近の砂州に竹筏あるいは木製ボートで出かけ、浅瀬を手でボートを引きながら片手にランタンを持って魚類を探し、銚で突いてスムスムを採取していた。漁獲効率は 1 人につき 10 分あたりで 2.6 尾漁獲でき、刺し網と同程度であったが、漁場が離れているので往復のための労力を必要とする。釣り漁と比べると刺し網漁や突き漁の担い手は成人男性に限られたが、これは専門的な技術を必要とする漁具を使うこと、夜などの時間帯にも行うこと、漁獲された魚類が大型もしくは尾数が多くて重いことなどが 1 つの要因と思われる。

### 3-5. 貝類の濾過能力

カイコソを入れなかった実験区では、プランクトンバイオマス、クロロフィル a 濃度、懸濁粒子いずれも開始時より 1.5~3 倍増加した (Figure 10)。他方、カイコソ入れた実験区ではいずれのパラメータも対照区より減少するか開始時と変わらなかった。プランクトン組成をみると、開始時には羽状目ケイ藻がプランクトンバイオマスの半分以上を占め、渦鞭毛藻がこれに次いでいた。カイコソを入れないと渦鞭毛藻が減少し繊毛虫が増加したが、カイコソを入れると繊毛虫や渦鞭毛藻が減少すると共に羽状目ケイ藻の占有率が高くなりプランクトン組成が大幅に変化した。これらのことは、カイコソが濾過食することによって懸濁粒子や餌プランクトンが減少すると共に、海水中のプランクトン組成を変化させる潜在能力があることを示唆している。

カイコソ 1 個体が 1 日あたりで餌プランクトンを取り込む速度を計算すると、カイコソ 1 個体は 1 日あたり 12 ugC のプランクトンを体内に取り込んでおり、カイコソの主な餌は海水中で優占する羽状目ケイ藻で、渦鞭毛藻や繊毛虫が補足的な餌であった (Figure 11)。しかし、これらプランクトンバイオマスを乾燥体重に変換すると多く見積もっても 0.3 mg 程度であり (変換係数 0.4 : Peter and Downing, 1984)、カイコソ 1 個体が 1 日で取り込んだ懸濁粒子の 2 mg にはるかに及ばず、カイコソが体内に取り込んだ多くは懸濁粒子であることが分かった。懸濁粒子が多い海域に分布する濾過食の貝類は、餌を濾過するフィルターの目詰まりを防ぐため捕捉された粒子を消化せず擬糞として排出することが知られている (奥谷, 1999)。本実験でも、擬糞とみられるペレットが実験開始時やカイコソを入れない実験区で数多く確認されたが、カイコソを入れた実験区ではその数が減少した (Figure 12)。体内に取り込んだ懸濁粒子やプランクトンの全てが消化されなかったかもしれないが、少なくともカイコソは濾過による海水中の懸濁粒子やプランクトンの減少、擬糞や消化後の糞の排出を通して、海水中のプランクトン組成を変化させる潜在能力がある。

## 4. 総合考察



#### 4-1. マングローブ林とサンゴ礁が隣接する海洋生態系

マングローブ林、サンゴ礁は熱帯～亜熱帯に特有な生態系であるが、貿易風の影響を受け降雨が多いビチレブ島東部にはこれら 2 つの生態系が隣接する地域が広がっている。スバなどの都市部近郊ではマングローブ林の伐採やサンゴ礁の埋め立て・浚渫が進んでいるが、ナイカワンガにおけるマングローブ林やサンゴ礁は人為的攪乱がほとんどなく、これらが隣接する海洋生態系の本来の特徴を捉えることができる。これによると、河口から数 km 沖合いまではマングローブ林や河口から有機物に富む浮泥が流れ込むため濁度が高いが、これら浮遊粒子や沈殿有機物を餌とするカナゼ、カイコソなどが分布する海域となっている(上記参照)。カナゼあるいは近縁種が環境に及ぼす影響については全く解明されていないが、本研究の結果によればカイコソは海水の濁度を減少させプランクトン組成を変化させるほどの濾過能力を持つことが分かった。サンゴは体内に共生している微細藻類の光合成エネルギーを利用していることが知られており (Sheppard, 1986)、濁度が高くなったり浮泥が堆積すると死滅することがある。実際、我が国の南西諸島では宅地造成やリゾート開発により露地となった赤土が降雨により海に流出し、沿岸域のサンゴ礁が死滅したことが報告されている (西平・Veron, 1995)。おそらく、河口からテラウ島近隣まではマングローブ林や河川から流入する浮泥が沈殿し生物によって消費される海域として機能しており、それより沖合いのサンゴ礁とそこに構築される生態系に多大な影響を与えているものと思われる。このような海域に分布するカイコソの個体数密度を近縁種と比較すると、ナイカワンガ沿岸では他の地域よりも高く(上記参照)、現時点ではさほど漁獲圧が高くないことが伺える。しかし、後に述べるようにナイカワンガにおいてカイコソは主なタンパク源であると同時に、大きな収入源になっている。近年、フィジーの都市近隣漁村では水産物が都市部へ流通するようになってきたことが報告されている (Kanalagi and Quinn, 2003)。カイコソはマーケットでカイに次いで取り扱いの多い貝類であり (1.2?2.6 億トン: Department of Fisheries, 2003, 2004)、誰もがいつでも容易に採取できるので、カイコソの個体数減少を招きやすい。このことは単純にカイコソ資源の枯渇だけにとどまらず、浮泥を濾過除去する生態系の機能を衰えさせナイカワンガ沿岸域の海洋生態系全体に多大な影響をもたらすことを示唆するものである。

#### 4-2. 海洋生態系が漁業に与える影響

フィジー水産庁による水産魚類・貝類リストによると (Lewis, 1984a, b)、フィジー沿岸域では 105 種の魚類と 27 種の貝類が利用されている (Table 3)。これらのうち、ナイカワンガにおいて漁獲される魚類は 33 種、貝類では 11 種であり、ナイカワンガで利用される魚類・貝類の種数はフィジー全体で利用されているものの半分以下で、あまり多くはない。これは、リストにおける魚類がサンゴ礁域に分布するものが半分以上を占めるが、ナイカワンガ沿岸には河口から 5 km 以上も離れた沖合にサンゴ礁が点在すること (Figure 1)、ビリンビリンと呼ばれる竹筏もしくは船外機のない木製ボートで出漁することから、遠隔

なサンゴ礁域に行きにくい、あるいはそれらの漁獲効率が低いためであると思われる。他方、ナイカワンガで漁獲される魚類の全体の 33%が砂泥域、30%が砂泥域とサンゴ礁域の両海域で漁獲された種類であった (Table 3)。また、貝類に至っては全体の 91%が砂泥域で採取された種類であった。これら結果は、ナイカワンガ村落の住民が砂泥域で漁獲される魚類・貝類に依存していることを示すものである。これまで、南太平洋の島嶼域ではそこに生息する魚類や貝類の種多様性に適応した、極めて多様な漁法が発達してきたことが報告されてきた (秋道, 1995)。フィジーの他の地域でも、引き網、刺し網、すくい網などを使った網漁、鉞を使った突き漁、針と糸のみあるいは竿や延縄を使った釣り漁、陸上植物起源の化学物質を散布する漁、素手やスコップを使った採捕漁など多様な漁法が行われていることが指摘されている (Fui and Naqasima-Sobey, 2003; Kanalagi and Quinn, 2003)。しかし、これらの漁法は陸から容易に漁場へアクセスでき、サンゴ礁の点在する海域からの報告例が多かった。他方、ナイカワンガで行われている漁法は、刺し網による網漁、鉞による突き漁、瓶や缶に巻き付けた糸と針を垂らすだけの釣り漁、素手や棒を使った採取漁のみであり、報告例と比べて漁法の種類がかなり少ない。また、ナイカワンガでは高額で専門的な技術を必要とする刺し網を使った網漁、遠隔な漁場で暗い中鉞を使う突き漁は一部の成人男性に限られており、容易に行うことができる釣り漁や採取漁は子供から成人まで誰もが参加して行っていた。ナイカワンガにおける漁法が単純化し様々な年代の村人が漁業に参加しているのは、サンゴ礁まで遠隔なため漁場は河口域に限られること、河口域は透明度が低いため使える漁具が少ないこと、しかし容易に採取できる魚類・貝類が多く生息していること、によるものと考えられる。

#### 4-3. 伝統的社会における水産品の価値とその変容

ナイカワンガ村落の生活サイクルは月曜日が公共奉仕日、金曜日と土曜日が都市部における農産品・水産品の販売日、日曜日が礼拝日となっているため、漁業を行うのは火曜日から木曜日の 3 日間に限られている。貝類は採取後に村落付近の潮だまりで保存するため、市場へ持っていくまで生鮮状態を保つことができる。他方、魚類は漁獲後に死んでしまうため冷蔵・冷凍保存するしかないが、ナイカワンガ村落では電気が供給されていないので冷蔵・冷凍庫がない。フィジーの水産統計によると、市場における年間取り扱いは貝類のカイコソでは年間 124?264 トンであるのに対し、魚類のカナゼは 49?95 トン、カンパチアは 45?76 トンである (Department of Fisheries, 2003, 2004)。市場への輸送経費はいずれも同じなので、ナイカワンガ村落では貝類は換金価値の高い水産品であるが、魚類は市場へ流通させるよりも村落内で消費される傾向が強い水産品と思われる。実際、調査期間内にカナゼやカンパチアなどが多数漁獲されていたものの、市場へ輸送された例は確認されず、村落内で食材として消費されていた。

食卓で利用される各食材の利用頻度をみると、穀物類と野菜類が最も多く利用され、水産品はこれらに次ぐ食材であり、食卓にかなりの頻度で現れる食材であることが分かった。

タンパク源としては、畜産品 (4 回) や豆類 (8 回) よりも水産品 (41 回) が圧倒的に利用頻度が高く、ナイカワンガ村落ではタンパク源のかなりの部分を水産品から摂取していた (Figure 13)。また、その水産品の内訳をみるとナイカワンガ村落沿岸で多く認められる魚類 (カナゼ・カンパチア) や貝類 (カイコソ・シビ) がかなり多く利用されていた。これらの結果は、ナイカワンガ村落の食糧や経済が水産品にかなり依存していることを示すものである。また、市場に流通する水産品は冷蔵・冷凍設備の有無などといったこの村落特有の社会・経済システムにかなりの影響を受けていることも示している。

フィジーの都市部やその近郊の村落と比較すれば、ナイカワンガ村落における水産品は食糧としての価値が高いが、その価値は変容しつつある。例えば、穀類・野菜類・畜産物類・水産品類以外の食材のうち、市場から購入した缶詰類は 53%、インスタント麺が 30% を占めており、かなり頻度で食材として利用されていることが分かる (Figure 13)。ナイカワンガ村落では冷蔵・冷凍設備がないので、天候により水産品を採取できない時には都合の良い食品であり、これらの食品がより市場から流入するようになれば水産品は食糧として利用される頻度が少なくなる可能性がある。他方、本研究では扱わなかったが、ナイカワンガ村落沿岸域では市場価格単価の高い水産品も採取されている。例えば、マングローブ林に生息するカニのガリ (*Scylla paramamosain*) は市場において年間 49?135 トンもの取り扱いがあり、単価は 1 キロあたり 12.1?12.5 フィジードルとカイコソ (1.1 フィジードル)、カナゼ (4.3 フィジードル)、カンパチア (4.3 フィジードル) よりもかなり高い (Table 2, Department of Fisheries, 2003, 2004)。現在、ナイカワンガ村落では都市部への移動手段を自らが持たないので流通が盛んではないが、流通システムが変化すればそれに伴い市場経済の影響を受け、市場単価の高い水産品がより漁獲され村落内消費されず市場へ流通するようになるかもしれない。実際、フィジーの都市近隣漁村では動力船と冷凍設備を導入し、水産品が都市部へ流通するようになってきたことが報告されている (Kanalagi and Quinn, 2003)。ナイカワンガ村落における社会・経済システムが変容すれば、それに伴い水産品の価値も変容するであろう。

#### 4-4. 結論

本研究では、市場経済の影響が小さい南太平洋島嶼域の村落をモデルとし、マングローブ林とサンゴ礁が隣接する海洋生態系の特徴と人間活動の海洋生態系への適応について明らかにしようとした。マングローブ林からサンゴ礁までには急激な環境変化があったが、その間の海域には異なる 2 つの生態系を繋ぐ環境が構築されており、このシステムがうまく機能することでマングローブ林とサンゴ礁が共存できることが示唆された。近隣の村落では遠隔なサンゴ礁よりも近隣の河口域を漁場としており、漁法は釣り漁、刺し網漁、突き漁、採取漁のみで男女問わず漁業に参加していた。これは、個体数密度あるいは漁獲効率が非常に高いので、単純な漁法で容易に漁獲できるためと思われる。この村落では水産品は主なタンパク源であり、魚類は村内で消費されるものが多かったが、貝類は市場で販売され

る換金価値の高いものでもあった。今後、この村落における社会・経済システムの変容は、水産品の価値や海洋生態系の構造を変化させる可能性がある。

## 5. 謝辞

調査にご協力いただいた首長シィティベニ・バイボー、行政官タニエラ・ボレア及びナイカワンガ村民にお礼を申し上げる。また、本調査は、科学研究費補助金(南太平洋島嶼国にみられる伝統的社会における人間と自然の共生システム: 課題番号 60332897) と平成 17・18 年度鹿児島大学教育活性経費(多島圏研究センター)の助成の一部により行われた。

## 6. 参考文献

- 本川達雄 (1985). サンゴ礁の生物たち: 共生と適応の生物学. 中公新書. 214pp.
- 茅根創・宮城豊彦 (2002). サンゴとマングローブ: 生物が環境をつくる. 岩波書店. 180pp.
- Vannucci M. (2005). マングローブと人間. 向後元彦・向後紀代美・鶴田幸一訳. 岩波書店. 230pp.
- Crocombe R. (2001). The South Pacific. University of the South Pacific. 790pp
- Morrison J., Geraghty P and Crowl L. (1994). Ocean and Coastal Studies: Science of Pacific Island Peoples Volume 1. Institute of Pacific Studies. 149pp.
- Nishimura S. (2006). Fijian state and the traditional society. Journal of Far Eastern Business Economy, 3 (2): 58-77.
- Ikeda T. (1985). Metabolic rates of epipelagic marine zooplankton as a function of body mass and temperature. Marine Biology, 85: 1-11.
- 大森・池田[k1] (1976). 動物プランクトン生態研究法. 共立出版株式会社. 東京. 229pp.
- Randall J. E. (2005). Reef and shore fishes of the South Pacific: New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands. University of Hawaii Press. Honolulu. 707pp.
- Strathmann R. R. (1967). Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. Limnology and Oceanography. 12: 411-418.
- Menden-Deuer, S. and Lessard E. J. (2000). Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. Limnology and Oceanography, 45: 569-579.
- Ota T. and Taniguchi A. (2003). Standing crop of planktonic ciliates in the East China Sea and their potential grazing impact and contribution to nutrient regeneration. Deep-Sea Reserch II, 50: 423-442.
- Parsons T. R., Takahashi M. and Hargrave B. (1984). Biological oceanographic processes. Pergamon Press. Oxford. 330pp.
- Frost B. W. (1972). Effects of size and concentration of food particles of the feeding behavior of the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. Limnology and

Oceanography, 17: 805–815.

Department of Fisheries (2003). Annual report 2003. Ministry of Fisheries and Forest. Suva. 30pp.

Department of Fisheries (2004). Annual report 2004. Ministry of Fisheries and Forest. Suva. 48pp

Ryther J. H. (1969). Phytosynthesis and fish production in the sea. The production of organic matter and its conversion to higher forms of life vary throughout the world ocean. *Science*, 166: 72–76.

Lewis A. D. (1984a). Food fishes of Fiji. Fisheries Division. Suva. Poster.

Lewis A. D. (1984b). Food fishes of Fiji II. Fisheries Division. Suva. Poster.

山口正士 (1995). サンゴ礁の貝類資源: トンガ・キリバス. イルカとナマコと海人たち (秋道智彌編). 日本放送出版協会. 東京. 225–241.

Fay-Sauni and Sauni (2005). Women and the Anadara fisheries: a case study in South Tarawa, Kiribati. In *Pacific voice* (Novaczek I., Mitchell J. and Veitayaki J. eds). Institute of Pacific Studies Publications. Suva. 65–80.

Ebisawa A. (2006). Reproductive and sexual characteristics in five *Lethrinus* species in waters off the Ryukyu Islands. *Ichthyological Research*, 53 (3): 269–280.

Peters R. H. and Downing J. A. (1984). Empirical analysis of zooplankton filtering and feeding rates. *Limnology and Oceanography*, 294: 763–784.

奥谷喬司 (1999). 二枚貝類. 動物系統分類学 5, 軟体動物 (I) (内田亮・山田真弓編). 中山書店. 東京. 241–326.

Sheppard C. R. C. (1986). サンゴ礁の自然誌. 平河出版社. 東京. 207pp.

西平守孝・J. E. N. Veron (1995). 日本の造礁サンゴ類. 海游舎. 439pp.

Kanalagi J. and Quinn N. J. (2003). Fishing practices of Naimasimasi village: a commuter village near Suva, Fiji. In *Aquatic knowledge and fishing practices in Melanesia* (Quinn N. J. ed). CBS Publishers & Distributors. New Delhi. 86–90.

秋道智彌 (1995). 海洋民族学: 海のナチュラルリストたち. 東京大学出版会. 260pp.

Fui M. and Naqasima-Soby M. (2003). Fishing practices and related customs on Rotuma, Fiji. In *Aquatic knowledge and fishing practices in Melanesia* (Quinn N. J. ed). CBS Publishers & Distributors. New Delhi. 81–85.

[k1] この人たちの名前は？

??

??

??

??

海班論文