

17. 崩壊の危機に直面する亜熱帯及び熱帯地方の沿岸生態系

The Survival Crisis Faced by Coastal Ecosystems In Tropical and Subtropical Areas

仲座栄三*・津嘉山正光*・北村康司*・牧野敏明*・竹内理佳**・江藤俊輔***

Eizo NAKAZA, Seiko TUKAYAMA, Tosiaki MAKINO,
Koji KITAMURA, Rika TAKEUCHI, Shunsuke ETO

ABSTRACT: In tropical and subtropical coastal areas, there are unique ecosystems in which the land hermit crab plays an important role. Recent land developments have forced them into a survival crisis, particularly around the Okinawan islands in southern Japan.

The islands of Okinawa used to be surrounded by cobalt color reef seas and abundant ecosystems, of which the land hermit crabs were at the heart. While still dominant, most of them are now being destroyed by the construction of artificial barriers such as sea walls for roads, and land development.

Field surveys have revealed that coastal ecosystems in subtropical seas are facing a survival crisis. The main results can be summarized as follows:

- (1) The numbers of land hermit crabs that live on coasts with artificial eco-barriers are far less than the numbers living on natural coasts with no artificial eco-barriers.
- (2) On a coast that contains artificial barriers, the distribution of the land hermit crab population in different age groups does not follow the normal distribution pattern as seen in natural coasts. The natural coast shows a distribution that has the maximum number at breeding age and follows a pattern similar to the Gauss's distribution function.
- (3) One more important thing that this research has shown is that in developing countries, there are very few small coastal animals, such as land hermit crabs and beach crabs. This is almost certainly due to land development, as almost all of the resort island coasts are now taken up by resort hotels and affluent residences. Their ecosystems may also be facing a crisis similar to that in Okinawa.

Keywords: land hermit crab, ecosystem, eco-barrier, sea wall, subtropical area

*琉球大学工学部 Univ. of the Ryukyus, Dep. of Civil Engineering.

** (有) 海岸環境調査研究所 CEREC, Corp.

*** (株) 大進 Daishin, Corp.

1. はじめに

今、亜熱帯地域に位置する南西諸島の島々が道路建設や沿岸域開発による人工護岸や道路で囲まれつつある。特に、沖縄諸島の海岸沿いの殆どが観光道路など、沿岸一周道路で囲まれる勢いにある。南西諸島とほぼ同様な大気・海洋環境下にある発展途上国においても、沿岸域がスラムや富豪家あるいはリゾートホテルによって占拠されつつあり、多種多様性から成り立っていた熱帯地方の沿岸生態系が今崩壊の危機にさらされている。

本研究では、熱帯及び亜熱帯地方に広く分布するオカヤドカリ類に関する調査結果を詳述することを通じて、この地方における沿岸生態系の危機的状況を具体的に訴えることを主目的としている。

2. オカヤドカリとは？

写真一1にオカヤドカリの外形を示す。三宅(1982)によると、オカヤドカリ類は現在確認されている種が6種類あり、熱帯地方の東アフリカ沿岸からインド、マレーシアを経て、亜熱帯地方の沖縄諸島・小笠原に至る沿岸域に生息しているといわれる。オカヤドカリは生活圏からオカヤドカリ類に分類されており、ヤドカリ科と区別されている。オカヤドカリは通常は海岸近くの陸域の茂みの中で生活しているが、5月から10月頃かけて、海岸に下り幼生を放出する。幼生は、2～4週間の海中浮遊生活後、宿貝を取り、成長に伴い汀線



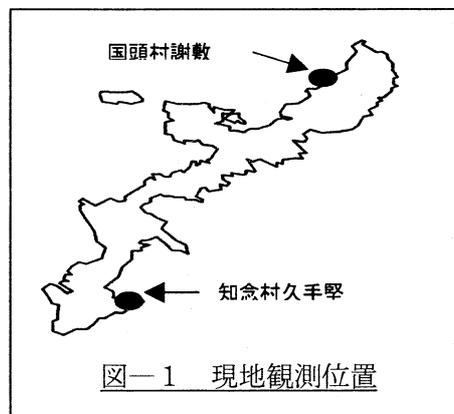
写真一1 オカヤドカリの外形

近くから内陸へと生活圏を変化させる。成長すると、体長10cm、体重50gにも達する。幼生は色・形共にオキアミに酷似しており、体長5mm程度である。オカヤドカリの生態系に関しては、仲宗根(1987)が中心となって編集した「あまん」に詳述されている。

オカヤドカリは、沖縄地方では方言で「アーマン」あるいは「アマン」などと呼ばれている。現在国の天然記念物に指定されている。一昔前の沖縄地方では、オカヤドカリは熱帯魚の釣りの餌や、子供の浜辺での遊びの対象として親しまれてきた。オカヤドカリは熱帯魚が最も好んで食べる餌として知られており、密漁がしばしば行われているようである。なぜ、熱帯魚はオカヤドカリを好んで食するか？この素朴な問いの答えは本文中に容易に見出されよう。

3. 現地観測概要

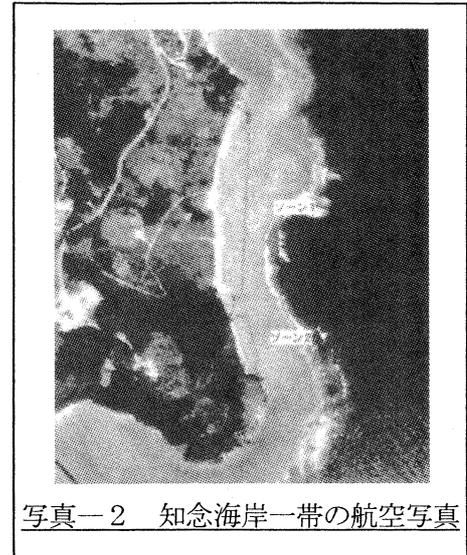
現地観測は、沖縄本島の南部（知念海岸）及び北部（謝敷海岸）の2箇所の海岸で行われた。図一1に現地観測位置を示す。写真一2に、知念海岸一帯の航空写真を示す。知念海岸では、人工護岸の存在がオカヤドカリの生態に及ぼす影響を把握するため、写真に示すように、人工護岸が存在する海岸と人工構造物の存在しない天然の海岸とで調査を行った。写真一3に、人工護岸海岸と自然海岸の概要を示す。



図一1 現地観測位置

謝敷海岸は、透き通るサンゴ礁海岸と白いサンゴ片からなる砂浜、背後に深い森からなる海岸であるが、陸域と海岸とが国道で分断されている。海岸部には、写真一4に示すように、長さ500m、幅10mの植生帯が残されており、一目するとオカヤドカリ類のビオトープとして十分な規模と判断される。この海岸における調査結果は、ビオトープとしての規模を再考させる結果となった。

観測では、天然海岸及び人工護岸海岸のそれぞれに、植生帯と砂浜との境に長さ27.5cm×幅20.0cm×深さ12cmのトラップを仕掛け、それに餌を設置しトラップされたヤドカリを採取するという方法を用いた。採取は、2時間から3時間間隔で行った。採取されたヤドカリは寸法別に分類されると同時に、宿貝とヤドカリの体との適合状態を調べた。オカヤドカリの年齢把握のためには、オカヤドカリの体重や体長などを実測すべきであるが、対象とするオカヤドカリ数が膨大であり、それらを実測することはオカヤドカリに相当なストレスを与えることが想定されたことから間接的な方法をとった。すなわち、宿貝の大きさと体重とがほぼ比例関係にあることが確かめられたため、宿貝の大きさをオカヤドカリの年齢や体重などの指標とした。



写真一2 知念海岸一帯の航空写真



(a) 人工護岸海岸



(b) 自然海岸

写真一3 人工海岸及び自然海岸の概要



(a) 砂浜部



(b) 海岸後背部

写真一4 謝敷海岸

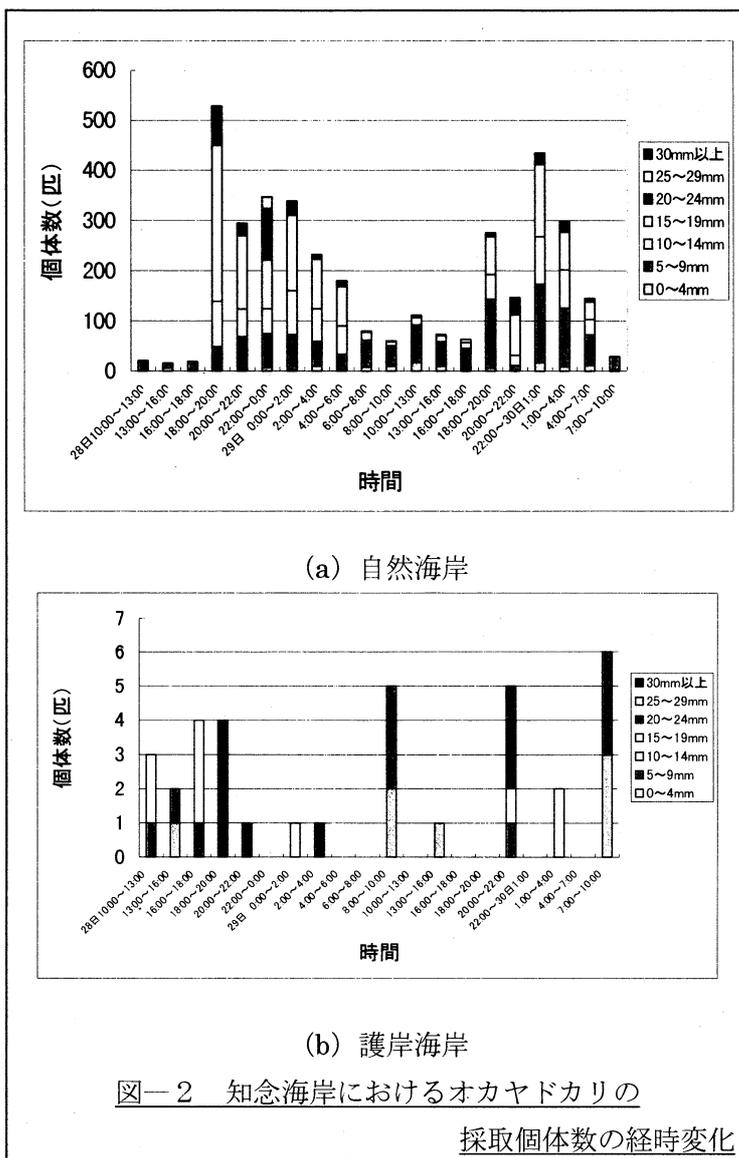
4. 観測結果

図一2に、知念海岸におけるオカヤドカリの採取固体数（出現数）の経時変化を示す。人工護岸海岸と自然海岸とでは、採取されたオカヤドカリの総数に圧倒的な違いがある。また、自然海岸で夜間に出現数が増加し日中に減少するという活動パターンが明確に現れているのに対し、護岸海岸では出現数の経時変化が不規則な変化となっている。

自然海岸における出現数の経時変化で、宿貝の大きさが10mm以下の出現数を見てみると、それ以上のオカヤドカリの出現数に比較して、夜間・日中とわず出現数が多くなっている。このことは、幼少の頃のオカヤドカリが砂浜帯を生活圏としていることを示している。このことは、幼少のオカヤドカリが海藻やプランクトンなどが打ち上げられる水際を餌場としていることに加えて、サンゴ礁海岸の砂浜がちょうどこの程度の大きさのレキ混じり砂浜となっており、レキに混じって身を隠すことが可能であるというようなことがオカヤドカリに対して、砂浜帯を生活圏とすることを可能ならしめていると考えられる。

一方、宿貝の大きさが10mm以上のオカヤドカリは、明らかに夜間出現し、日中隠れるという行動パターンにあることが読み取れる。黙視観測では、オカヤドカリは日没前には茂みの奥から植生と砂浜との境に集合し、そこで日没を待ち、日没と共に一斉に海に駆け出すという行動パターンをとることが見出された。その際、茂みから浜へのルートが決まっていること、それが植生帯の地中湿度などで左右されている可能性のあることが分かった。日没前にたどり着いた先頭集団のオカヤドカリは茂みから浜にでるのをためらっているため、後続のオカヤドカリと押すな押すなの大混乱が演じられる。日没と共に、オカヤドカリは一斉に海を目指し、砂浜帯に四方八方に広がり、水際で幼生を放出する。幼生の放出後は、降海時とは異なり様々な経路を取り、茂みへと退避する。オカヤドカリにとって幼生の放出作業は容易でない。多くのオカヤドカリが激しくたたき込む碎波によって巻き込まれ死んでいる。このことは、産卵期のオカヤドカリに対応するサイズの宿貝が汀線付近に数多く打ち上げられていることから確認される。

図一3に、宿貝のオカヤドカリの体への適合状態を示す（自然海岸）。適合状態とは、ヤドカリの体に対して宿外が大きい場合を「大」となるように定義しており、ヤドカリが宿貝に退避した時、体全体が宿貝に



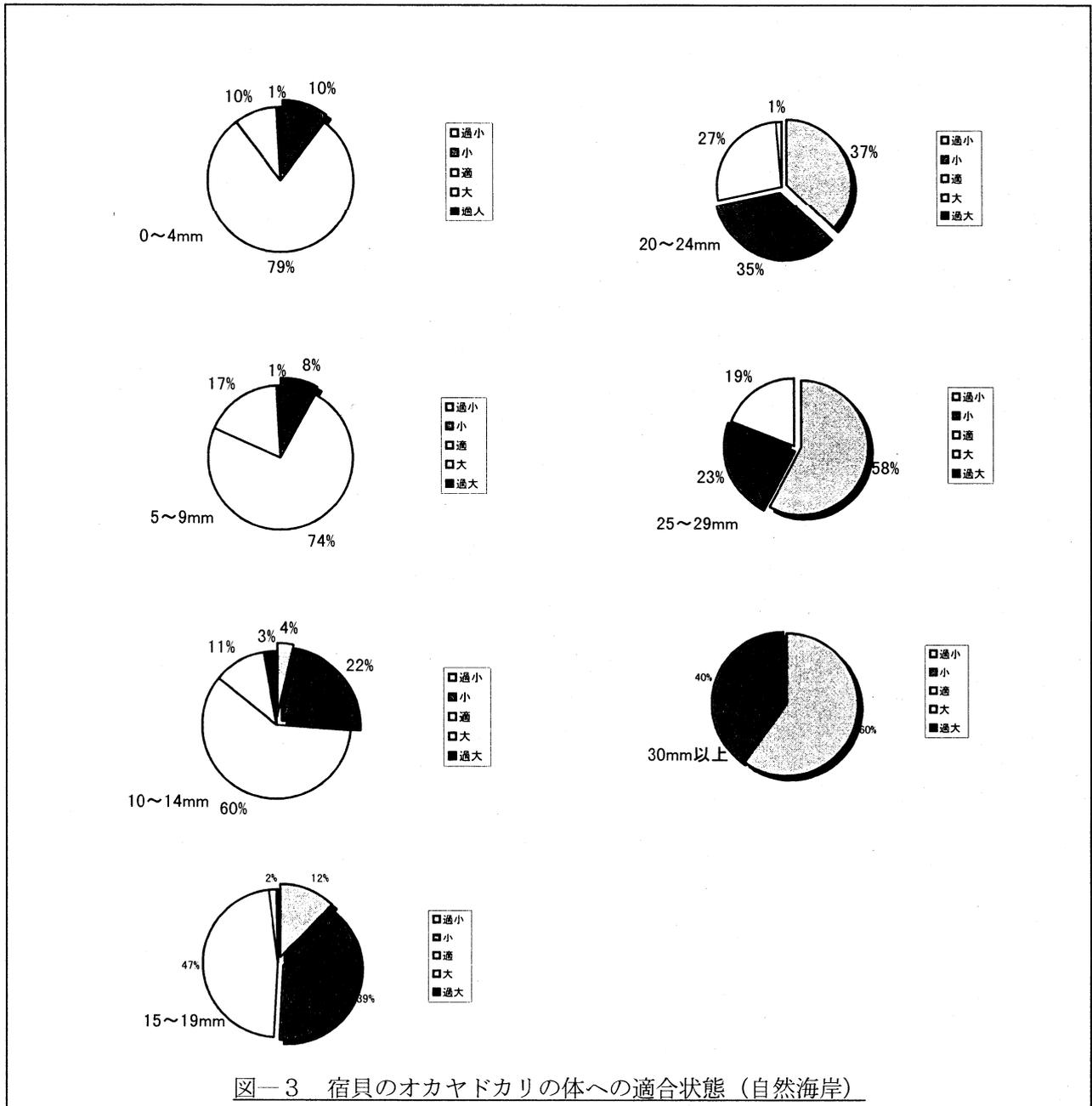


図-3 宿貝のオカヤドカリの体への適合状態 (自然海岸)

ちょうど収まった時を「適」とし、頭部の半分が宿貝からはみ出す場合を「小」、頭部全体が宿貝からはみ出す場合を「極小」と定義している。図中3次元部で浮き出させた部分が「小」及び「極小」に対応する。

図示のとおり、宿貝の径が14mm以下では、殆どのオカヤドカリが適度な宿貝を背負っていることが分かる。しかしながら、宿貝の径が15mm以上となると、極端に適合度が悪くなっており、25mm以上のオカヤドカリに至っては殆どの物が体より極端に小さい宿貝を背負っていることを示しており、オカヤドカリの深刻な宿事情が垣間見れる。また、貝の径が15mm以上の貝は、磨耗が著しく、相当長い年月にわたって宿貝として利用されているものと判断される。特に、径が25mm以上の貝は殆どがサザエ系の貝であり、最近この種の貝の生息が沖縄本島近海から見られなくなっており、この事はオカヤドカリの深刻な宿事情の一因と言え、海洋汚染の影響が思わぬ方向へも派生していることを示している。数十年前、沖縄地方ではアフリカマイマイ(カタツムリ的一种で50mm以上にも成長する)が異常繁殖した時期があり、そのころはマイ

マイの殻を背負う 50mm 以上ものオカヤドカリが多々見られた。しかし、現在、マイマイも絶命しつつあり、今回の調査で採取された固体に関しては、一部が磨耗しているか、尻の部分が剥離し穴があいているものの方が多かった。マイマイなど陸起源の殻は磨耗や衝撃に弱く、海起源の貝に比較して力学的に弱いという弱点を有する。オカヤドカリの宿供給の極端な不足と老朽化は深刻な状況に陥っていると言える。

図-4に、謝敷海岸で行われた結果を示す。採取数のトータルは、知念海岸の場合と比較にならない程度であるが、出現数の経時変化は夜間に多く、日中減るといふ自然海岸で見られた経時変化と一致しており、知念海岸の護岸海岸の場合と比較して、日中の退避に必要となる必要最小限度の植生帯を有しているものと判断される。しかしながら、この海岸では宿貝の径が 10mm 以下のオカヤドカリの採取数がゼロとなっている。すなわち、幼生が宿貝を取り、砂浜に上がってくるはずのオカヤドカリの生息数が見出されていない。これは、驚くべき事実である。先に説明したように、ここの海岸の植生帯は人間の目で見ためには十分と判断される規模である。オカヤドカリの生息数を除いては、自然海岸と同様なオカヤドカリの行動パターンも見出される。しかしながら、オカヤドカリが世代交代を続け、その生態系を維持するようにはなっていない。一般に、海岸域の小動物は天文学的な産卵を行うことでその種を維持しており、ここでは幼生の生還が皆無に近いことを示している。すなわち、オカヤドカリの生態系維持に対しては、この規模の植生帯でも小さすぎると言える。

図-5に、謝敷海岸における宿貝の適合状況を示す。この結果は、採取された全てのオカヤドカリに対する平均値を示している。この海岸の場合、80%以上ものオカヤドカリが宿貝と適合しており、ここに住むオカヤドカリの高齢化が著しく進む中で、宿事情としては満足な状況下にあると言える。

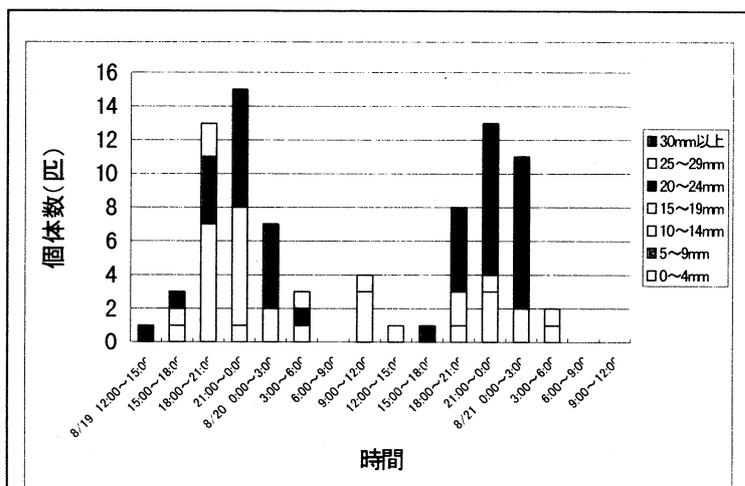


図-4 謝敷海岸における採取個体数の経時変化

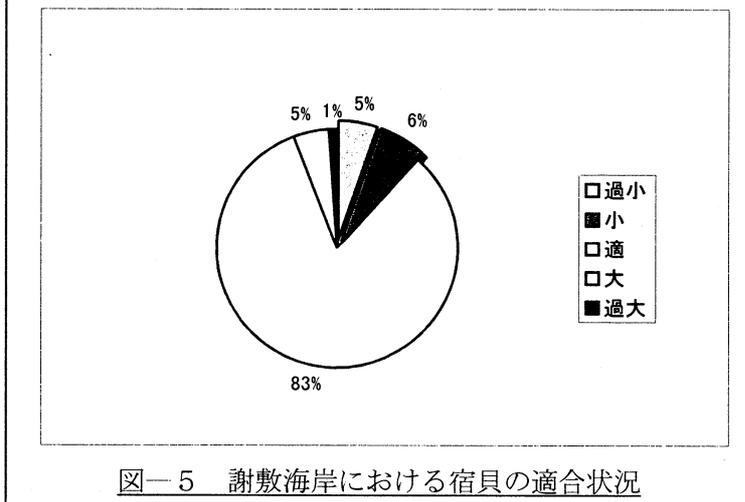


図-5 謝敷海岸における宿貝の適合状況

5. 沖縄地方および発展途上国における沿岸域の実情

写真-5および6に、フィリピンにおける海岸線の現状の一例を示す。これらの写真に示すように、例え発展途上国と言えども、海岸線がおかれた状況は深刻であり、首都部では海岸線が人工護岸やスラムによって占拠されている。また、自然が多く、サンゴ礁海域であるほど大富豪のレジデンスやリゾートホテルとしての占拠率が高くなっている。写真-7は、沖縄本島で見られる沿岸道路の代表例である。このような道路が沖縄諸島の島々を取り囲んでいる。図-6は、日本土木学会海岸工学論文集から集計した生態系に関する論文数の全論文数に対する比を年代別に示している。また、図-7は、日本における堤防及び護岸の総延長の経年変化を示している（磯部, 1999）。図中には、日本における公共工事費の総計額の経年変化をも同時に示してある。人工的な海岸の建設や公共工事費が最も伸びた時期には、生態系に関する論文数は殆どゼロとなっており、沿岸域開発と深く関わってきた海岸工学研究者が生物環境に関する知見を得る以前に殆どの沿岸開発が終了したと言っても過言でないのではなかろうか。

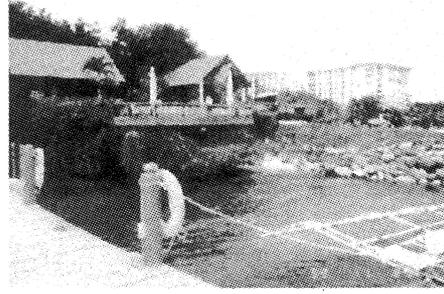


写真-5 フィリピンにおける海岸線の現状 (1)



写真-6 フィリピンにおける海岸線の現状 (2)

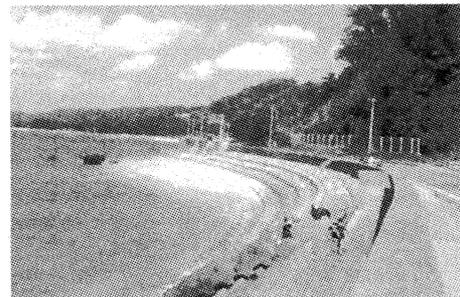


写真-7 沖縄本島で見られる沿岸道路の代表例

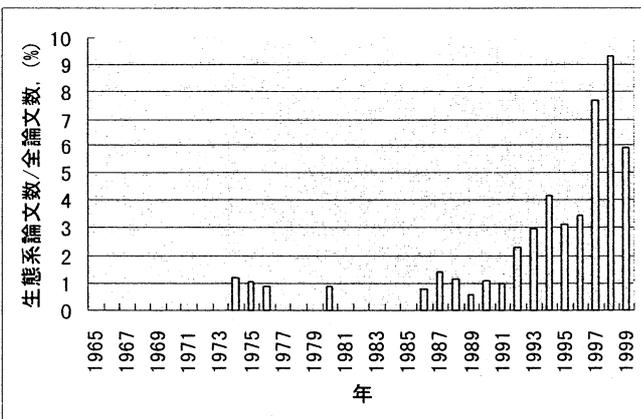


図-6 生態系に関する論文数 (海岸工学論文集)

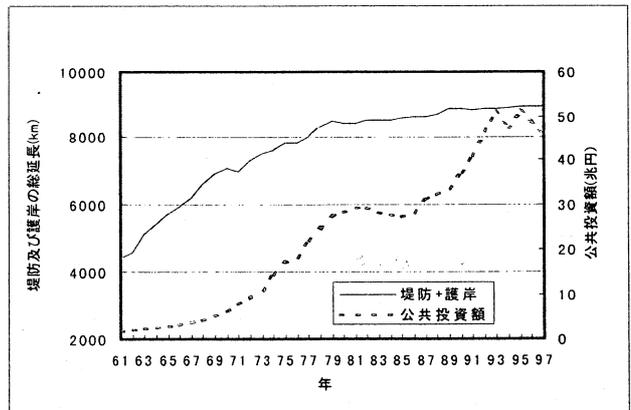


図-7 堤防及び護岸の総延長の経年変化

6. おわりに

オカヤドカリは「海」と「砂浜」と「陸域」とが同時に必要な沿岸小動物である。自然海岸におけるその生息数は天文学的な数であり、産卵期間はサンゴ礁海岸における魚介類の産卵期と一致し、山が少なく陸域からの栄養分の供給が殆ど無いようなサンゴ礁海域で、オカヤドカリの放出する幼生数は膨大な数であり、それはサンゴ礁海域の小魚を飼育するに十分な数に達するものと判断される。すなわち、オカヤドカリはサンゴ礁海岸の沿岸生態系に対する食物連鎖の底辺に位置し、沿岸生態系の核をなすと言える。

道路や護岸などが存在する海岸では、例え相当規模の植生帯が残されていても、オカヤドカリの生態系は崩壊しつつあることが示された。もはや護岸や道路に沿岸を取り囲まれつつある沖縄諸島、それとは異なる形態で沿岸域が変貌しつつある熱帯地方沿岸においては、今沿岸生態系が崩壊の危機に直面していると言える。日本においては、沿岸域開発の殆どが生態系に関する知見が十分で無い状況下で行われて来たことは紛れもない事実であり、国連「環境と開発」会議（1992）における基本理念でもある「持続可能な開発」の為に、今沿岸生態系に関するよりいっそうの詳細研究は希求と言え、また現在の沿岸域に対し生態系からの見直しを行う必要があると言えよう。また、昨年度、海岸法が改正され、その中で「環境」への配慮が明確にうたわれている。今まさに工学的な見地からの生態系の解明が必要となっている。

参考文献

磯部 雅彦（1999）：海岸法改正に思う、波となぎさ、港湾海岸防災協議会、No,142, pp.7-10.

土木学会（1994）：地球共生時代の土木、土木学会誌別冊増刊号、Vol.79-5,128p.

仲座栄三・津嘉山正光・他3名（1999）：オカヤドカリ類を中心としたコースタル・エコシステムに関する研究、琉球大学工学部紀要、第58号、pp.41-45.

三宅貞祥(1982)：原色日本大型甲殻類図鑑（I）、保育社。

沖縄県教育委員会(1987)：あまん、沖縄県天然記念物調査シリーズ第29号、254p.