

陸ガニのためのエコロードの整備条件に関する研究

A Study on Construction and Maintenance of the Ecological Path for the Conservation of Semi-terrestrial Crab

岡野 綾香* 浦出 俊和* 上甫木 昭春*

Ayaka OKANO Toshikazu URADE Akiharu KAMIHOGI

Abstract: The object of our study is to clarify the effects and the environmental conditions of an ecological path in order to help semi-terrestrial crabs migrate from the forest to the shore on the reclaimed shore in Southern Osaka, through investigating the actual conditions that crabs migrate from the forest to the shore. As a result, it became clear that crabs used the ecological path to migrate from the forest to the sea, but the number of crabs found in the ecological path was a few. It also became clear that the number of crabs found in the places near stone masonries having deep space increased when we sprinkled water over the ecological path for a few days. Additionally we showed the possibility that the ecological path provide new habitats for crabs.

Keywords: semi-terrestrial crab, *Chiromantes haematocheir*, reclaimed shore, ecological path, habitat

キーワード：陸ガニ，アカテガニ，海岸埋立部，エコロード，生息環境

1. はじめに

かつて全国で、海岸部の埋め立てや道路工事、森林整備などにより、貴重な動植物の消滅や生息環境の改変が行われてきた。特に、越冬場所と繁殖場所を分けている渡り鳥や普段の生活場所と繁殖場所を分けているアカガエル類などのように生活史の中で複数の場所を必要とする動物は、どこか一つの生活場所が消失しても致命的であるため、絶滅が危惧されている¹⁾。同様に、大阪湾においても大規模な埋め立てが行われ、特に潮汐サイクルを持つ海岸域の生物である陸ガニへの影響が懸念されている。

大阪府岬町に位置するせんなん里海公園は、1996年の海岸埋め立て後に建設された公園であり、かつて自然海岸が保たれていたところ、周辺には陸ガニ（アカテガニ *Chiromantes haematocheir*、ベンケイガニ *Sesarmops inermis*、クロベンケイガニ *Chiromantes dehaani*）が数多く生息していた。放仔のために巣穴がある海岸林縁部から海へと移動して、また稚ガニになって海から海岸林縁部へ戻ってくる生活史を持つ陸ガニは、海岸埋め立て後に整備された施設や園路などによって海と海岸林が分断されたことにより、その数を減らしていることが、既往研究^{2,3)}によって明らかになっている⁴⁾。

せんなん里海公園では、かつてより陸ガニの生態に配慮した整備が行われており、具体的には2001年～2002年にかけて雨が降ると水が溜まるビオトープ水路が整備され、その後も樹林地周辺部の一部に水路が新設されてきた。しかし、このように生態に配慮した整備が行われてきたにも関わらず、陸ガニの数が減って来ていることが報告されている^{2,3)}。この問題の主な原因として、海まで移動できずに、海岸林近くの水場で放仔された陸ガニのゾエア幼生が海まで辿り着いていない可能性や、稚ガニが海から海岸林へ帰ってきていない可能性などが考えられている。そこで、園路などによって阻害された部分について、2013年3月海岸林と海との移動経路や生息の場を確保することを目的としたエコロードが新たに整備された。

エコロードに関する既往研究をみると、実際に保全目標種が確認されるなど効果が確認された事例も多数報告されており、効果を高めるためにはエコロードを設置する場所を選ぶ際に、事前調査を念入りにすること、エコロードを対象種の生態に適したものにすることが重要であると指摘されている^{5,6,7,8)}。しかし、国内における現在のエコロードは大型・中型哺乳類のための橋梁やボックスカルバートなどが大半であり、樹上性哺乳類のためのエコブリッジや、両生爬虫類のための両生類トンネルのようなエコロードは少ないと園田ら（2011）は述べている⁹⁾。また、カニ類についても、沖縄県にオカガニのためのエコロードがあるものの殆ど事例が見られず、エコロードの効果についても検証されていない^{9,10)}。同様に、せんなん里海公園に新たに整備されたエコロードについても、陸ガニの生息域の変化や放仔個体数の増加などエコロードの整備によって陸ガニの生息状況に対してもたらされた効果についてはまだ明らかになっていない。

そこで、本研究ではエコロード整備前後における放仔状況の変化、および陸ガニによるエコロードの利用状況を明らかにすることで、エコロードが陸ガニの生息状況にもたらした効果を把握した。また、陸ガニによるエコロードの利用状況と環境条件との関係性を探ることで、陸ガニによる利用に影響を与える条件について明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

(1) 対象地の概要

大阪府阪南市と岬町にまたがるせんなん里海公園は、1996年に海岸埋め立て地に建設された面積 55.7ha の広域公園であり、海洋性レクリエーションの拠点とすることを目的に整備された。この公園が整備される前までは、大阪湾では数少ない自然海岸が広がり、多くの陸ガニが放仔のために海岸まで移動していた。現在は図-1に示すように、芝生広場や遊戯場、人工磯浜、車道などが整備されており、かつてのような海岸林と海との連続性は失わ

*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

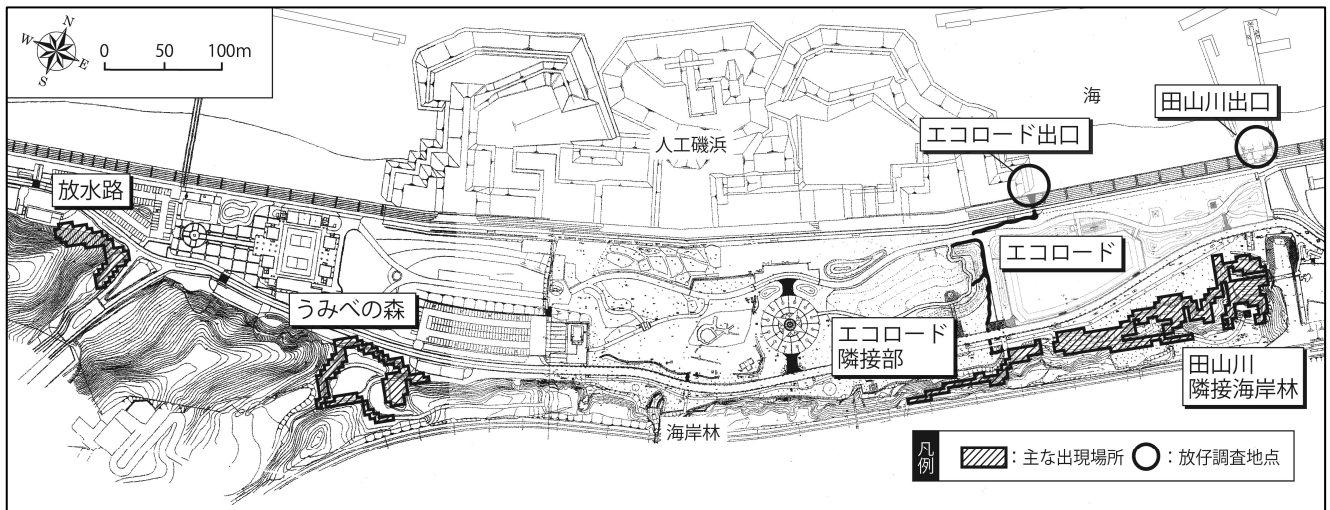


図-1 海岸林縁部における陸ガニの主な出現場所と放仔調査地点

れている。建築物や園路によって陸ガニの生息域が分断され、海岸まで移動しづらい状況が生まれたことで、海ではなく海岸林に点在する水場で放仔する様子が多数確認されている^{2,3)}。

図-1 の中の放水路からうみべの森までの間など、園内の海岸林縁部においても、湿り気がなく常に乾燥した部分が長距離に渡って連続する箇所が見られ、鰓呼吸である陸ガニが海岸林間においても移動していない可能性が危ぶまれている^{2,3)}。一方で、エコロードに隣接する海岸林縁部については、湧水の影響により常に湿り気がある状態になっている。

(2) エコロードの概要

エコロードの延長は約 190m である。図-2 の平面図からわかるように、エコロードは園路に沿ってつくられており、ロードキルや熱いコンクリートの上を歩くことを避けるために、園路を横断する場所は、陸ガニが園路下を通れるように整備されている。また、山側とエコロード中央部の 2ヶ所には、湿り気を与えるための手押しポンプが設置されているが、通常は定常的な散水はされていない状態である。

図-2 の断面図からもわかるように、他にもエコロードには、雨が降った時に水が溜まりやすい構造や、棲みかや避難場所となる可能性がある空隙がある石組み、水が乾いたり石が熱くならないように、陰をつくるために植栽された樹木や地被類などの工夫が施されている。

(3) 海岸林縁部における出現状況の把握

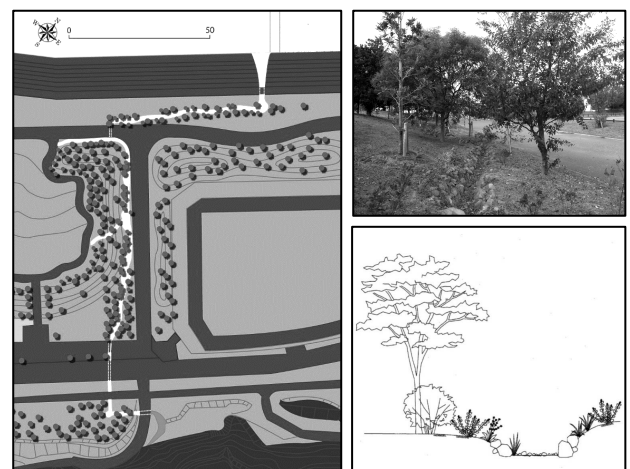
2012 年～2014 年の陸ガニの繁殖期 (7 月～9 月) において各年 10 回、比較的気温が低く陸ガニが動きやすい朝方もしくは夕方において、図-1 の放水路から田山川海岸林までの区間の海岸林縁部を踏査し、陸ガニの出現場所と種類を白地図に記録した。

そして、2012 年～2014 年における陸ガニの成体の出現状況を比較することで、海岸林縁部における出現状況の経年的変化を把握した。

(4) 放仔状況の把握

2012 年～2014 年の陸ガニの繁殖期 (7 月～9 月) において各年 8 回、図-1 に示すエコロードの出口とエコロード整備以前より陸ガニによる放仔が確認されている田山川の出口において、陸ガニの放仔状況を調査した。調査日は最も陸ガニの放仔が多くなるのが既往研究¹⁾によって明らかになっている大潮の日より選定し、調査時間帯も陸ガニの放仔が多くなる満潮時間を挟んだ前後 1 時間半計 3 時間を設定した。

そして、2012 年～2014 年における陸ガニの放仔状況を比較することで、放仔状況の経年的変化を把握するとともに、エコロー



断面図提供：大阪府岸和田土木事務所

図-2 エコロードの平面図・外観・断面図

ドが陸ガニの放仔状況に与えた効果を解析した。

(5) エコロードの利用状況と環境条件との関係の把握

陸ガニによるエコロードの利用状況として、2014 年の陸ガニの繁殖期 (7 月～9 月) において計 8 回、満潮時刻を挟んだ前後 1 時間半計 3 時間における、エコロード内の陸ガニの出現状況を把握した。エコロードは 5 地点に分割し¹²⁾、その両側 2m を含む範囲¹³⁾を調査範囲に設定した。また、計 8 回の調査日のうち 2 回を散水なしの日に、6 回を散水ありの日に設定し、散水は 3 日間連続で 2 回に分けて行っていることから、それぞれ 2 日ずつ散水 1 日目、散水 2 日目、散水 3 日目に分類した。散水はエコロード全域で、調査開始の 1 時間前から調査終了までの計 4 時間実施した。同じエコロードにおいても、起伏等の問題でよく溜まる場所と 4 時間散水し続けても全く水が溜まらない場所が確認された。

解析方法として、まず地点ごとの陸ガニの出現状況を比較し、どの地点が最も利用されていたか、また放仔場所である海に近い場所についても利用されていたかどうか明らかにした。また、散水なしの日と散水 1 日目における陸ガニによる利用状況を比較することで、散水による陸ガニの利用増加に関する効果を把握した。

第 2 に、散水 1 日目、散水 2 日目、散水 3 日目のエコロード内における陸ガニの出現個体数を比較することで、連続して散水することによる陸ガニの利用増加に関する効果を把握した。さらに、それぞれの段階において、陸ガニの出現場所に効果をもたらす環境条件について把握するために、エコロードを 5m ごとの区画に

分割し、陸ガニの出現の有無と水溜まりの有無、石組みの空隙の数、上部を覆う樹冠の有無の3つの環境条件との関係性について、分散分析を用いて解析した。また、エコロードは人工的に整備されたものであり、既往文献²⁾より上記の3つの環境条件のみを解析に使用した。

同様に、陸ガニの散水1~3日目の合計出現個体数と3つの環境条件との関係性を明らかにするために、6日間の合計出現個体数について、0個体、1~2個体、3~5個体、6個体以上の4ランクに分類し、3つの環境条件との関係性について、分散分析を用いて解析した。水溜まりの有無は水が溜まっているか溜まっていないか、石組みの空隙の数は底が見えない深い空隙が0~2個か3個以上か、上部を覆う樹冠の有無は樹冠によって覆われているか覆われていないかを基準に分類した。また、園路を含む区画は、園路が影響を与えている可能性があるため、解析対象から外した。

第3に、水溜まりの有無、石組みの空隙の数、上部を覆う樹冠の有無の3つの環境条件のうち、複数の環境条件が合わさった時に、陸ガニの出現状況にもたらされる効果を把握するため、5mの区画をそれぞれ0条件もしくは1条件持っている区画、2条件持っている区画、3条件持っている区画の3ランクに分類した。そして、陸ガニの出現個体数との関係性について、分散分析及びTukeyHSD法による多重比較検定を用いて解析した。

第4に、水溜まりの有無、石組みの空隙の数、上部を覆う樹冠の有無の3つの環境条件の中で、どの環境条件が陸ガニの出現状況に対して最も影響を持っていて、優先して整備すべきなのか明らかにするため、3つの環境条件のうちの2つの条件の組み合わせで5m区画を分類した。そして、陸ガニの出現個体数と関係性について、分散分析及びTukeyHSD法による多重比較検定を用いて解析した。

なお、本研究では陸ガニの総出現個体数が少ないため、区画間の出現個体数のバラツキが大きくなる一方で、環境条件については区画間に大きな差が見られなかったため、カテゴリカルなデータに変換して解析した。

3. 結果

(1) 海岸林縁部における出現状況

海岸林縁部における出現状況は場所によって偏りが見られ、図-1に示すように放水路、うみべの森、エコロード隣接部、田山川海岸林において陸ガニが高密度に出現したものの、場所によっては100m以上の距離の間で、陸ガニが殆ど見られなかった場所も確認された。

表-1より、2012年や2013年と比較して、2014年は全体的に陸ガニの出現個体数が激減したことがわかる。特に、放水路(364個体→161個体)やうみべの森(311個体→103個体)、田山川隣接海岸林(561個体→171個体)においては、2014年において2012年比で5割以上の減少が確認されたことがわかる。一方で、エコロード隣接部における出現個体数も減少していたものの、2012年比で約2.5割の減少(513個体→384個体)に留まっているなど、他の場所と比べて減少割合は小さくなっていった。また、2012年は田山川隣接海岸林において最も陸ガニが出現していたのに対して、2014年はエコロード隣接部において最も多くの陸ガニが出現していた。

(2) 放仔状況

表-2より、エコロード整備前である2012年に対して、整備後である2013年ではエコロードの出口における1日平均放仔個体数が、0.63個体/日から0.13個体/日に減少していることがわかる。しかし、田山川の出口についても同様に減少しており、4.29個体/日から0.88個体/日へと激減していることから、海岸林から海まで陸ガニが移動しづらい状況であった可能性が考え

表-1 主な出現場所の日常時における陸ガニの出現個体数

	合計出現個体数		
	2012年	2013年	2014年
放水路	364	418	161
うみべの森	311	290	103
エコロード隣接部	513	627	384
田山川隣接海岸林	561	292	171

(注)成体のみ 単位:個体(計10日分)

表-2 陸ガニの放仔状況

	1日平均放仔個体数		
	2012年	2013年	2014年
エコロード出口	0.63	0.13	0.38
田山川出口	4.29	0.88	0.71

(注)単位:放仔個体数/日

られる。整備2年目である2014年については、田山川の出口が0.71個体/日とさらに減少したのに対して、エコロードの出口においては0.38個体/日と若干の増加が確認された。しかし、田山川の出口と比較しても放仔個体数が少なく、1日平均放仔個体数は1個体未満であり、依然としてエコロードの出口における放仔個体数は少なかった。エコロードが陸ガニの放仔状況に与える効果はまだ少ないと考えられる。

(3) エコロードの利用状況と環境条件との関係

1) エコロードの利用状況と散水との関係

表-3の中のアルファベットは図-3の調査地点に対応しており、表-3の中の各地点のエコロード内における合計値に着目すると、散水しない時には、エコロードの中間に位置する地点D(5個体)だけでしか陸ガニの出現が確認されなかったことがわかる。この地点は、水はけが悪く、散水しなくても湿り気がある箇所を含んでいて、大潮時ではない日常時においても陸ガニの出現が頻繁に確認されており、陸ガニが掘ったと推測される巣穴も確認されている地点であった。また、地点Eではエコロード内で陸ガニの出現が確認されなかったのに対して、エコロードから周囲2mの場所には陸ガニが出現していた。さらに、散水しない状態では、海に比較的近い地点である地点Aや地点Bにおいて、陸ガニが確認されなかった。

一方で、散水したときには、海に比較的近い地点である地点Aや地点Bを含む全ての地点において、エコロード内で陸ガニの出現が確認されており、また合計出現個体数も5個体から38個体と大きく増加していた。また、陸ガニの出現が最も多かった地点は、最も海に近い地点Aであり、抱卵個体も確認された。散水2日目と散水3日目のデータも合わせると、計6日間において地点Aと地点Bで10個体の抱卵個体の出現が確認されており、抱卵の有無の確認できなかった個体も含めると、さらに多くの抱卵個体がエコロードの海に近い部分を利用していることが明らかになった。さらに、雌個体だけでなく、放仔行動とは無関係の雄個体や稚ガニによるエコロードの利用も確認されており、調査中にも頻繁に採食行動が確認された。しかし、エコロードの入口部分である地点Eにおいて、陸ガニの出現個体数が最も少なかった。

表-4の中の出現個体数は地点A~Eの合計出現個体数を示しているが、散水1日目(38個体)より散水2日目(43個体)、散水2日目より散水3日目(73個体)と、連続して散水するほど陸ガニの出現個体数が多いことがわかる。また、表-4の中の散水1~3日目の部分の出現状況と環境条件との関係は、エコロードを5mで区切った区画の環境条件をそれぞれ表の中の分類基準でランク分けして、陸ガニの出現の有無との関係性を調べたものであるが、水に関しては、出現の有無について散水1日目より5%水準で有意差がみられたことがわかる。一方で、空隙は散水3日目

のみ 1%水準で有意差が見られ、樹冠についてはどの段階においても出現の有無に有意差がみられなかった。

2) エコロードの利用状況と環境条件との関係

表-4 の中の 6 日分の合計出現個体数と出現状況と環境条件との関係に着目すると、出現の有無だけでなく出現個体数についても、有意差が見られたものは水と空隙であり、樹冠については有意差が見られなかったことがわかる。一方で、表-5 は環境条件がいくつ組み合わせられた時に多くの陸ガニが出現するのかを示した

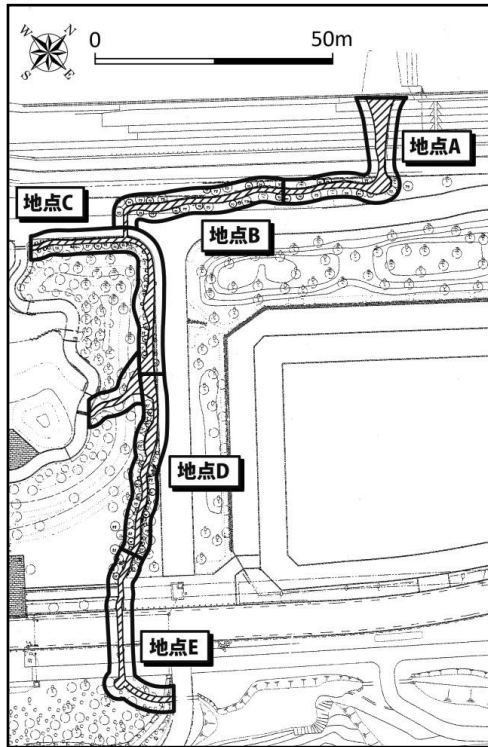


図-3 エコロードの中の5つの調査地点

表-4 出現状況と各環境条件間の分散分析の結果

	出現個体数	出現状況と環境条件との関係		
		水	空隙	樹冠
散水1日目(2日分)	38	0.01	0.13	0.23
散水2日目(2日分)	43	0.00	0.05	0.77
散水3日目(2日分)	73	0.01	0.01	0.13
合計(6日分)	154	0.00	0.00	0.09

分類基準
 水：水が溜まっている or 溜まっていないか
 空隙：深い空隙が0~2個 or 3個以上か
 樹冠：樹冠で覆われている or 覆われていないか

(注1) 「出現個体数」の数字は地点 A~E の合計出現個体数を示す

(注2) 「出現状況と環境条件との関係」の数字は有意確率を示す

■ <0.01 ■ <0.05

表-6 出現個体数と環境条件の組み合わせ間での多重比較の結果

	水+空隙					水+樹冠					空隙+樹冠			
	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
A	—	—	—	—	A	—	—	—	—	A	—	—	—	
B	0.04	—	—	—	B	0.64	—	—	—	B	0.15	—	—	
C	0.01	0.96	—	—	C	0.10	0.32	—	—	C	0.01	0.21	—	
D	0.01	0.96	1.00	—	D	0.00	0.04	0.99	—	D	0.05	0.51	0.97	

凡例
 A: 水○空隙○ C: 水×空隙○
 B: 水○空隙× D: 水×空隙×
 A: 水○樹冠○ C: 水×樹冠○
 B: 水○樹冠× D: 水×樹冠×
 A: 空隙○樹冠○ C: 空隙×樹冠○
 B: 空隙○樹冠× D: 空隙×樹冠×

有意確率(分散分析): 0.00

有意確率(分散分析): 0.00

有意確率(分散分析): 0.00

(注) 表の中の数字は有意確率を示す ■ <0.01 ■ <0.05

表であり、水、空隙、樹冠の3つの条件が揃っている区画と、3つの条件のうちどれか2つの条件が揃っている区画との間には5%水準で有意差がみられたことがわかる。また、2つの条件が揃っている区画と、1つの条件もしくはどの条件も揃っていない区画の間にも5%水準で有意差がみられたことがわかり、条件数が多いほど陸ガニの出現個体数が多くなっていった。

次に、優先して整備すべき環境条件を明らかにするために、まず表-6を「水+樹冠」の組み合わせに着目して見てみると、水

表-3 出現個体数と散水の有無との関係

		エコロード/散水なし					合計
		抱卵あり	抱卵なし	抱卵不明	雄個体確認	稚ガニ	
A	エコロード	0	0	0	0	0	0
	周辺	0	0	0	0	0	0
B	エコロード	0	0	0	0	0	0
	周辺	0	0	0	0	0	0
C	エコロード	0	0	0	0	0	0
	周辺	0	0	0	0	0	0
D	エコロード	3	0	1	1	0	5
	周辺	0	0	0	0	0	0
E	エコロード	0	0	0	0	0	0
	周辺	0	0	0	2	1	3
合計	エコロード	3	0	1	1	0	5
	周辺	0	0	0	2	1	3

		エコロード/散水1日目					合計
		抱卵あり	抱卵なし	抱卵不明	雄個体確認	稚ガニ	
A	エコロード	1	2	5	4	0	12
	周辺	0	0	0	0	0	0
B	エコロード	0	2	1	2	0	5
	周辺	0	0	0	0	0	0
C	エコロード	1	0	2	4	1	8
	周辺	0	0	0	0	0	0
D	エコロード	0	0	4	4	1	9
	周辺	0	0	0	0	0	0
E	エコロード	1	0	3	0	0	4
	周辺	0	0	0	0	0	0
合計	エコロード	3	4	15	14	2	38
	周辺	0	0	0	0	0	0

(注1) 表の中の数字は2日間の合計出現個体数を示す

(注2) 表の中の周辺とはエコロードから両側2mの部分を示す

表-5 出現個体数と環境条件種数間での多重比較の結果

	0or1条件	2条件	3条件
0or1条件	—	—	—
2条件	0.02	—	—
3条件	0.00	0.04	—

有意確率(分散分析): 0.00

(注) 表の中の数字は有意確率を示す

■ <0.01 ■ <0.05

と樹冠が両方ともある区画と両方ともない区画の間において1%水準で有意差がみられるだけでなく、水はあるが樹冠はない区画と両方ともない区画との間においても、5%水準で有意差がみられることがわかる。一方で、樹冠はあるが水はない区画と両方ともない区画との間には有意差がみられず、水の方が樹冠よりも強い効果を持っていた。

また、「空隙+樹冠」の組み合わせに着目して見てみると、空隙と樹冠の両方ともある区画と両方ともない区画、および樹木はあるが空隙はない区画との間に、5%水準で有意差がみられることがわかる。一方で、空隙はあるが樹冠はない区画と両方ともない区画との間には有意差が見られず、空隙は樹冠と組み合わせることによって強い効果を持っていた。

「水+空隙」の組み合わせに着目して見てみると、水と空隙の両方ともある区画は、両方ともない区画(1%水準)、水はあるが空隙はない区画(5%水準)、水はないが空隙はある区画(1%水準)との間に、それぞれ有意差がみられたことがわかる。また、片方だけある区画と両方ともない区画との間には、いずれも有意差が見られず、水と空隙の両方が揃うことで効果が強くなっていた。

また、ランク分けせず実際の出現個体数で見た場合も、表一7より、最大値、平均値ともに、水と空隙、樹冠の3つの条件が揃っている区画で高いことがわかる(最大値:14個体 平均値:6.2個体)。水と空隙の2つの条件のみ揃っている区画の平均値が3.3個体であることから、3つの条件が揃っている区画と比較した場合、平均値に約2倍の差が見られる。また、水がない区画と比較した場合も、平均値に約9倍の差が見られる(水がない区画平均値:0.7個体)。さらに、水と空隙の2つの条件のみ揃っている区画についても、水がない区画と比較して、平均値に約5倍の差が確認された。水がない区画と水はあるが空隙がない区画については、陸ガニが出現しない区画が確認されたが、水と空隙、樹冠の3つの条件が揃った区画、水と空隙の2つの条件のみ揃った区画については、陸ガニが出現しなかった区画は確認されなかった。

図-4より、陸ガニの出現個体数がかなり少ないエコロードの出口に近い箇所(区画37~38)は、水が溜まらない構造であるのに加えて、深い空隙や上部を覆う樹冠もなく、またその隣の区画35についても水はあるものの、深い空隙や上部を覆う樹冠がない状態であることがわかる。また、海岸林に近く、比較的陸ガニが移動してきやすいはずの箇所(区画2, 8~10)においても陸ガニの出現個体数が少なかったが、区画2については石組みに深い空隙がほとんどなく、区画8~10については、上部を覆う樹冠がない状態であった。

表一7 出現個体数と環境条件との関係

	出現数	最小値	最大値	平均値
水○空隙○樹冠○	16	1	14	6.2
水○空隙○樹冠×	11	1	8	3.3
水○空隙×樹冠○or×	3	0	2	1.0
水×空隙○or×	6	0	2	0.7

4. 考察

エコロードに隣接する海岸林縁部には沢山の陸ガニが出現していたのに対して、エコロードの出口では抱卵個体が確認されず、さらに、エコロード内においても普段から水はけが悪く湿り気がある箇所のみで陸ガニが確認されたことから、エコロードは抱卵個体も含めて陸ガニの海岸林から海への移動促進効果が小さく、加えて、エコロード内への誘引がうまくいっていない可能性が明らかとなった。

そこで、散水によりエコロード内の水条件を改善させると、抱卵個体を含む陸ガニの海岸近くへの移動が促進されること、また、複数日に渡り連続して散水することで、エコロードを利用する陸ガニの数を増やすことができることも同時に明らかになった。

次に、環境条件に着目すると、水は空隙のある石組みと組み合わせることで、陸ガニの出現状況により強い効果を持つことが明らかになった。空隙のある石組みが効果をもたらす理由としては、陸ガニが石組みの空隙を巣穴や避難場所として利用しているためだと考えられる。空隙は散水3日目から陸ガニの出現状況に効果をもたらしており、散水初日から効果をもたらしていた水条件とは、効果をもたらすのにかかる時間に差が見られた。これは、連続して複数日散水したことによって、普段は乾燥していて利用しにくい石組みの空隙も利用できるようになり、利用可能な石組みの空隙の数が増加したことが影響した可能性が考えられる。

また、空隙のある石組みは樹冠と組み合わせることで、陸ガニの出現状況により強い効果を持つことが明らかになった。しかし、樹冠は単体では陸ガニの出現状況に効果をもたらしていなかった。つまり、樹冠が直射日光を遮ることによって、石組みの表面温度を下げ、そのことが陸ガニの出現状況に影響を及ぼしたと考えられる。

以上のことより、陸ガニによるエコロードの利用を促進するためには、複数日に渡って湿った状態を保つことが必要であると同時に、併せて深い空隙のある石組みがあることが重要であり、加えて上部を覆う樹冠の存在が、陸ガニの出現個体数の増加に寄与

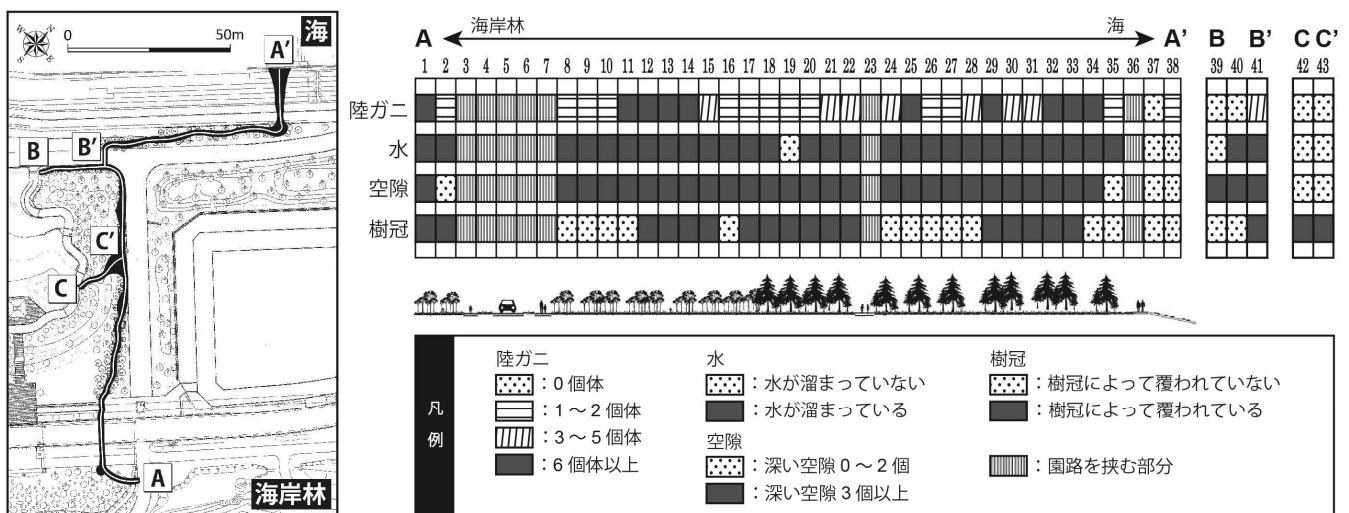


図-4 エコロードにおける環境条件の整備状況

すると言える。

一方で、エコロード内において、陸ガニが掘ったと見られる巣穴の存在や、放仔行動に関係のない雄個体や稚ガニによるエコロードの利用も確認されるなど、エコロードは陸ガニに対して新しい生息環境を提供する可能性も示唆された。また、海岸林から海までの区間について、これまで園路を使って移動している抱卵個体は、1日で移動しようとする様子がしばしば確認されていた。しかし、エコロードを利用している抱卵個体は、1日で移動しようとしている様子はほとんど確認されておらず、少しずつ移動しながら、複数日に渡って移動している可能性が高いと考えられた。これらのことから、エコロードは1日で一気に移動しなくてもよい環境をつくり出すことで、抱卵個体に対してタイミングのよい時に海岸まで移動して放仔する機会を提供している可能性を有していると推測される。さらに、雄個体は放仔し終わった雌個体と交尾するために、海まで移動する習性があることが知られていることから¹⁴⁾、海に近い地点である地点Aや地点Bで確認された雄個体は、雌個体を追って移動してきた可能性も考えられ、エコロードは繁殖の機会を提供する可能性も有していると考えられる。

今後、陸ガニによるエコロードの利用を増加させていくためには、定常的に散水するシステムを導入することが効果的であると考えられる。また、陸ガニの出現個体数が少なかったエコロード出口近くの箇所や海岸林近くの箇所は、深い空隙や上部を覆う樹冠など3つの条件のうちの一つもしくはそれ以上の条件が欠けている区画が連続している箇所であり、陸ガニの出現個体数が少ないこともこのような環境が影響した可能性が考えられる。エコロード出口近くの箇所は放仔個体数の増加のため、海岸林近くの箇所は陸ガニのエコロードへの誘引のために重要な場所であり、これらの場所を優先して環境条件を改善していく必要があると考えられる。さらに、エコロードの中の海岸に近い部分において、日常的に陸ガニが棲みつくことができる環境を作り出すことができれば、棲みかたと放仔場所である海までの距離が短くなり、放仔個体数増加の効果が期待できると考えられるため、今後重点的に環境を整えていく必要があると考えられる。

謝辞：本研究を進めるにあたって、岸和田土木事務所やせんなん里海公園管理事務所の方々には、多大なるご協力を頂きました。また、うみべの森を育てる会の方々、近畿大学や大阪府立大学の学生の皆様には、実際に調査員としてご尽力を賜りました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

補注及び引用・参考文献

- 1) リス・ムササビネットワーク (2002)：リスとムササビNo.11
- 2) 松田朋子・上浦木昭春 (2004)：大阪府泉南の海岸埋め立て部における陸ガニの生息状況と環境特性との関係に関する研究：ランドスケープ研究 67 (5), 537-542
- 3) 鷲谷寧子・上浦木昭春 (2010)：沿岸埋め立て部の海岸林における陸ガニの分布状況の変化：ランドスケープ研究 73 (5), 513-518
- 4) 岸由二 (2009)：小網代の谷のカニ区鑑：流域自然研究会
- 5) 佐藤暁子・米村惣太郎・亀山章 (2006)：ニホンリス (*Sciurus lis*) の生息環境におけるエコブリッジの効果：日本緑化工学会誌 32 (1), 32-37
- 6) 白川一代・築頼知史 (2013)：エコロード30年の成果と自然環境保全の課題について：日本緑化工学会誌 39 (1), 206-209
- 7) 五十嵐敏彦・竹花大介・源代篤史 (2002)：エゾシカを対象とするエコロード計画のポイント 道道花咲港温根沼線の場合：土木学会論文集 713, 187-192
- 8) 中村健二・米村惣太郎・塚原成樹・円満隆平・小田信治・小松裕幸 (2001)：住宅地開発におけるニホンリスの生息環境保全：造園技術報告集 (1), 96-99
- 9) 園田陽一・武田ゆうこ・松江正彦 (2011)：野生動物におけるロードキル、バリアー効果とミティゲーション技術に関する研究の現状と課題：ランドスケープ研究 4, 7-16
- 10) 北部国道事務所・やんばるロードネットホームページ カニさんトンネル (<http://ktm.or.jp/25th/talk3-01.html>), 2014.1.10 更新, 2015.9.20 参照
- 11) 三枝誠行 (1985)：朝夕にさらされない環境下における幼生放出活動の潮汐タイミング：日本生態学会誌 35 (2), 243-251
- 12) 1時間につき1地点4回確認するために、エコロードを5地点に分割した。
- 13) 調査の時間帯は日が沈んで辺りが暗くなっている時間帯であり、調査員がエコロードから大きく離れずに、懐中電灯を使って観察できる限界範囲が2mであったため。
- 14) かながわトラストみどり財団・特別対談ホームページ トラスト緑地で話そう〜小網代の森とナショナル・トラスト〜 (<http://ktm.or.jp/25th/talk3-01.html>), 2012.9.7 更新, 2015.9.20 参照
- 15) 吉田元重 (1961)：ベンケイガニの日周期活動について：日本生態学会誌 11 (4), 160-162
- 16) 伊藤信一・鈴木智和・小南陽亮 (2011)：温帯海岸林における陸ガニの果実採食と種子散布：日本生態学会誌 61 (2), 123-131
- 17) 五嶋聖治・伊沢雅子・小野勇一 (1978)：イワガニ類の生活場所と日周期活動 (予報)：ベントス研連誌 15-16
- 18) 小林哲 (2000)：河川環境におけるカニ類の分布様式と生態：生態系における役割と現状：応用生態工学 3 (1), 113-130
- 19) 馬場敬次 (1978)：ベンケイガニ類の生活史と一般生態：ベントス研連誌
- 20) 北見健彦・本間義治 (1981)：佐渡島 (日本海) におけるアカテガニの習性：甲殻類の研究 (11), 113-123
- 21) 鈴木幸子 (1981)：三浦半島に生息するアカテガニの生活史：甲殻類の研究 (11), 51-65
- 22) 橋本碩 (1965)：河川流域に生息するアカテガニの放卵：動物学雑誌 74 (3), 82-87
- 23) 三枝誠行 (1988)：潮汐環境における生物のリズム：動物生理 Vol.5, No.1
- 24) 矢部和弘・岸由二 (2001)：小網代におけるアカテガニの放仔活動の時間特性：慶応義塾大学日吉紀要 自然科学 (30), 75-82
- 25) 橋口義久・三宅貞祥 (1967)：ベンケイガニ類の生態 (I)：冬眠冬眠場所および冬眠期における寄生動物：九州大学農学部学藝雑誌 23 (2), 67-80
- 26) 橋口義久・三宅貞祥 (1967)：ベンケイガニ類の生態 (II)：生息場所、交尾および抱卵期：九州大学農学部学藝雑誌 23 (2), 81-89
- 27) 藤原宣夫・日置 佳之・金子弥生他 (2004)：野生中・小型哺乳類のための生態的回廊の整備手法に関する研究 (平成 14 年度報告)：国土技術政策総合研究所資料 (147), 71-118
- 28) 藤原宣夫・金子弥生・飯塚康雄 (2004)：野生中・小型哺乳類のための生態的回廊の整備手法に関する研究 (平成 13 年度報告)：国土技術政策総合研究所資料 (147), 55-70