

## ■ 第6章 生物生息・生育環境定量評価結果および 環境モニタリング調査結果を踏まえた事業の課題抽出

### 6.1 概要

阿波しらす大橋の建設に伴う吉野川河口域への環境影響評価は、橋梁の橋脚と上部工に大別し（図6-1）、特に、橋脚の有無による影響を定量的に評価するために底生動物とヨシに着眼し、その影響度を評価した。

本章では、第2～5章で検討した橋脚の影響評価で得た結果に加え、環境モニタリング調査の結果を踏まえた、橋脚と上部工の影響を整理して述べるとともに、事業を進行するに沿って、新たに浮き彫りとなった問題や課題などを整理して述べる。なお、表6-1に本章の構成と検討内容の概要を要約して示す。

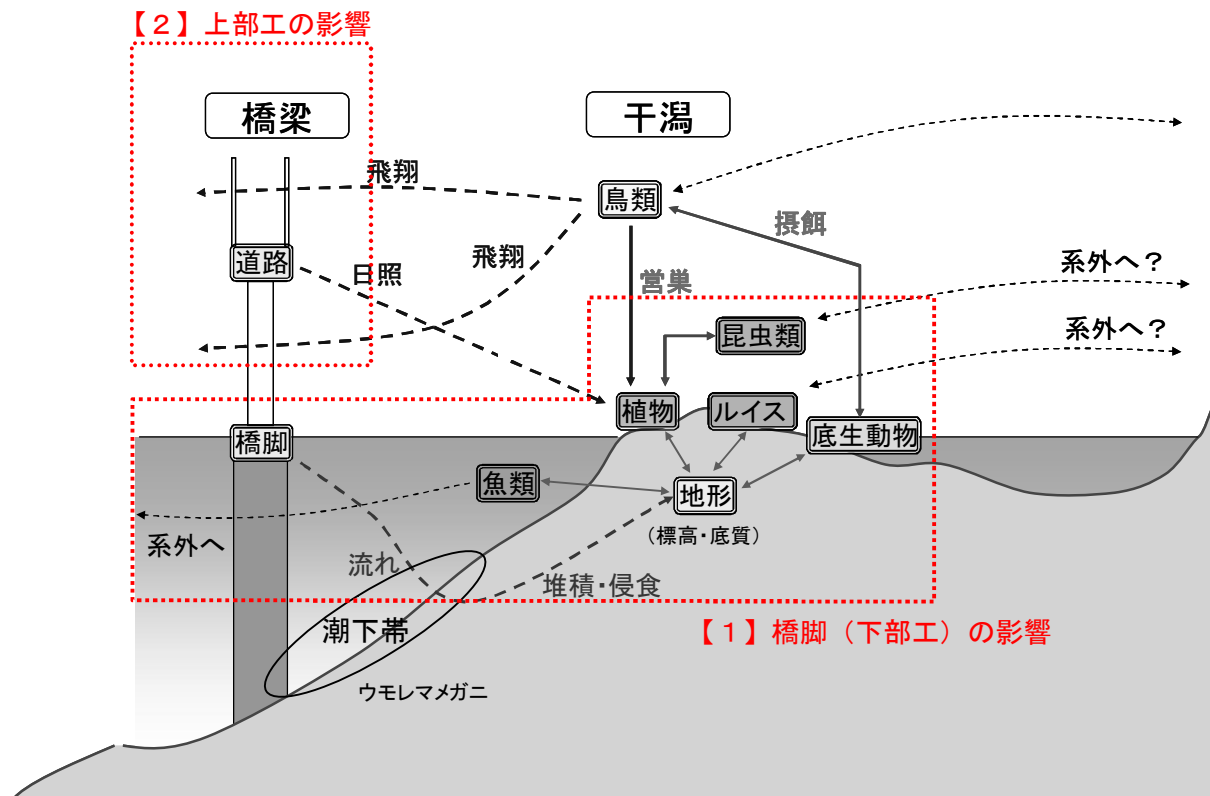


図6-1 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図

表 6-1 検討内容概要

項目	環境モニタリング調査結果の考察	モデル化検討
<b>6.2 橋脚の影響</b>		
6.2.1 底生動物	環境モニタリング調査の結果から、指標種の生息状況の経年的な変化を把握し、橋脚の影響があるかどうかを考察した。 橋脚の建設前、後においても同様の傾向で確認されている。	干潟表層部に生息している底生動物のうち、出現回数の多い指標種7種の生息モデルについて選好度（標高と含泥率）を用いて構築。 地形変動解析により、橋脚の有無による地形変動量の差を解析し、選好度モデルを適応して橋脚の影響を定量評価。 その結果、地形変化が生じる洪水時においても生息可能場数に変化はない結果を得た。
6.2.2 魚類	環境モニタリング調査の結果から、確認種数の経年的変化を把握し、顕著な変化が見られるかどうかを確認した。 橋脚の建設以降、確認種数に顕著な変化はなく、同様の傾向で確認されている。	—
6.2.3 植物	環境モニタリング調査の結果から、指標種であるヨシ群落の面積の経年的な変化を把握し、橋脚の影響があるかどうか考察した。 潮間帯から砂丘部分まで広範囲に分布するヨシ群落に顕著な変化は無く、広範囲に確認されたが、平成19年頃から矮性化が確認された。 また、ヨシ群落以外の塩沼地及び砂丘植物群落の面積の増加で認められ、その中でコウボウシバとコウボウムギを群落識別種とする群落の増加が顕著である。	植物の指標種であるヨシの生育モデルを選好度（標高と含泥率）で構築。 底生動物と同様に地形変動解析の結果に適応して定量評価。 ただし、構築した選好度モデルが吉野川河口域の干潟部全体をほぼ生息可能としてしまう選好範囲であり、ヨシの生活史を踏まえると適切なモデルとは言えない。そのため、地形変動解析に応用はしたものの得た結果の信頼度が低いと言える。
6.2.4 昆虫	環境モニタリング調査の結果から、確認種数の経年的な変化を把握し、橋脚の影響があるかどうか考察した。また希少種のルイスハンミョウについて、確認状況を整理した。 橋脚の建設以降、確認種数に顕著な変化はなく、多くの種が確認され続けている。	—
<b>6.3 上部工の影響</b>		
鳥類	鳥類調査のうち、指標種生息状況調査と飛翔状況調査の結果から、上部工の影響を考察した。 橋桁が完成した以降、飛翔高度の変化が確認され、今後2年間モニタリングを継続して実施し評価する。	—
<b>6.4 その他</b>		
6.4.1 橋脚周辺部の環境影響評価(ウモレマメガニ)	橋脚が建設されたことによって、橋脚周辺部の潮下帯では土砂の堆積と洗掘が見られる。そのため、潮下帯を評価するのに有用であると考えられるウモレマメガニに注視して調査を実施した。ウモレマメガニは希少種かつ生活史が不明であるが、橋脚周辺部に多数の生息を確認した。 ウモレマメガニの調査は、後発的な発見によって事業の途中から実施された。本事業において、ウモレマメガニの生息は確認し続けているが、調査地点においては春期には確認できるが洪水時期の夏季にはほぼ確認されない結果を得た。	調査で得たデータから選好度（標高と含泥率）で生息モデルを構築したが、地形変動が生じる洪水時期には調査地点では生息が確認できないため、地形変動解析に生息モデルを応用することが出来ない。
6.4.2 オオヨシキリの営巣環境	環境モニタリング調査の結果から、オオヨシキリの営巣は平成18年度においてヨシが最も多く、以降はアイアシへの営巣が最も多い結果となった。	調査で得たデータでロジスティック回帰により、茎高が営巣に重要であることを把握した。 営巣はヨシかアイアシを好むというわけではなく、茎高が重要となり、近年のヨシの矮性化の影響によってアイアシへと営巣する傾向が見られると考えられる。
6.4.3 上位捕食者(アシハラガニ属)の生息要因について	環境モニタリング調査の結果では、上位捕食者であるアシハラガニ属のアシハラガニ、ヒメアシハラガニともに吉野川河口域の広い範囲で生息が確認されている。	アシハラガニ属の生息場を、Shannon-Wienerの多様性指数を用いて把握した結果、ヒメアシハラガニは含泥率が高く、その他の甲殻類が生息する箇所に生息し、アシハラガニは標高が高く、湿性植物が存在する所に生息する傾向が見られる結果を得た。
6.4.4 ヨシの矮性化	環境モニタリング調査の結果では、平成19年度よりヨシの矮性化が見られた。	ヨシの矮性化について、ヨシの密度、茎高、茎径と基盤環境（標高、含泥率）の関係を重回帰分析で把握した。このとき基盤環境は対前年度差分としている。その結果、調査地点におけるヨシの密度に対して、同地点の標高の上昇が負の影響を与えている結果を得た。 吉野川河口の生態系は、定期的な出水に伴う攪乱作用によって形成されると考えられ、近年ではその減少が消失していたために矮性化した可能性がある。
6.4.5 ヒナズキガイ	平成22年度の環境モニタリング調査時に絶滅種(WWF Japan)のヒナズキガイの生息が確認された。それに関するデータを整理した。	—

## 6.2 橋脚の影響について

建設した橋脚の影響によって吉野川河口域の水の流れが変化し、それに伴って干潟に生息する生物の生息・生育環境が変化することが懸念される。そこで、先の図 6-1 で示した吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図より、底生動物、魚類、植生、昆虫への影響を整理して示す。

### 6.2.1 底生動物

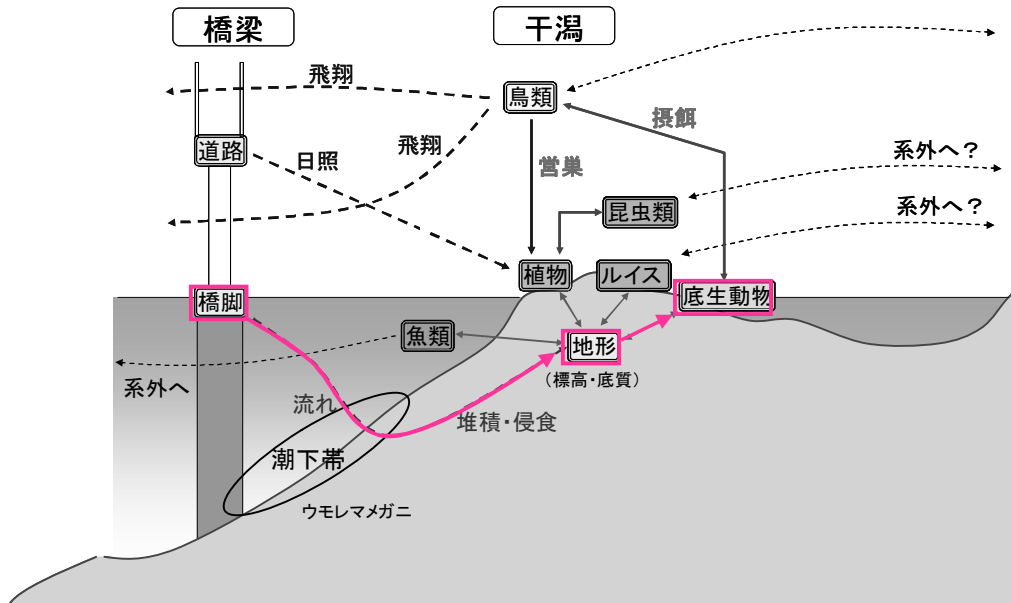


図 6-2 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図（底生動物の検討範囲）

評価の主な対象は、出現頻度の高い指標種である、シオマネキ、ハクセンシオマネキ、チゴガニ、コメツキガニ、ヤマトオサガニ、フトヘナタリガイ、ヘナタリガイの合計 7 種とした。

環境モニタリング調査において、底生動物は実施した年の調査精度によって確認された種数や個体数に違いはあるが、指標種においては継続的に確認されている（図 6-3、図 6-4）。

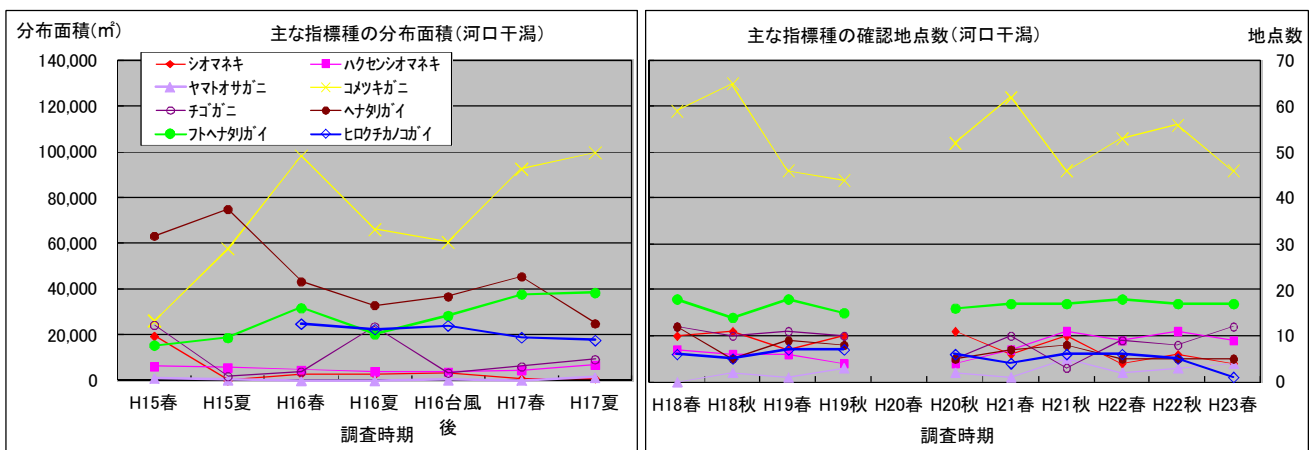


図 6-3 表在性指標種分布面積・地点数（河口干潟）

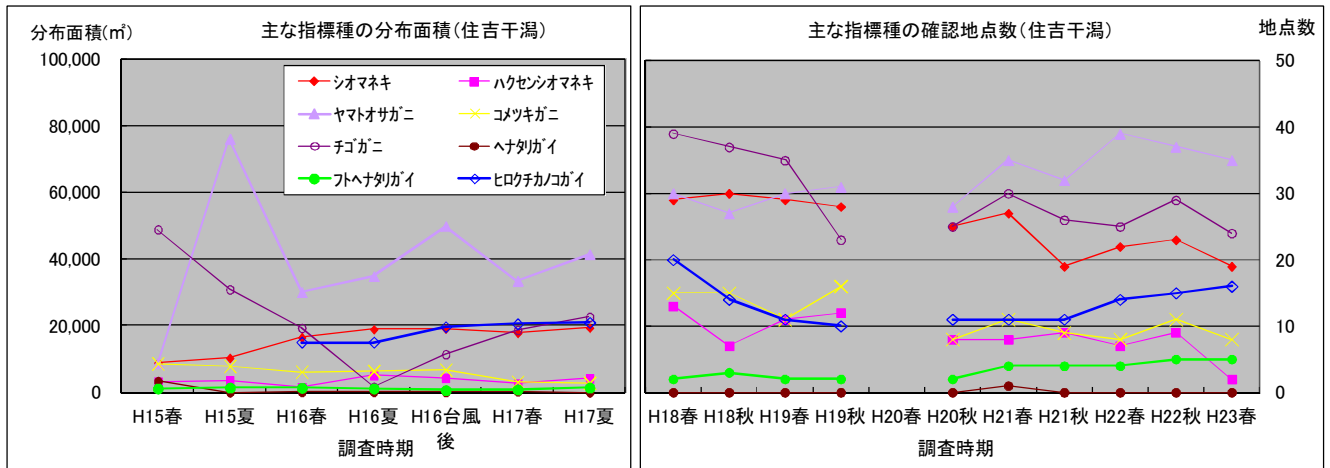


図 6-4 表在性指標種分布面積・地点数（住吉干潟）

次に、第 2～5 章を整理して述べる。

指標種として選定した底生動物のうち、出現回数の多い 7 種（シオマネキ、ハクセンシオマネキ、チゴガニ、コメツキガニ、ヤマトオサガニ、フトヘナタリガイ、ヘナタリガイ）の生物生息モデルを構築し、本事業に伴う吉野川河口域への環境影響評価を実施した。モデルは標高と含泥率を用いた選好度によるもので、7～9 割程度の正解率を有したモデルである（図 6-5）。



図 6-5 モデル化した指標種の選好範囲

橋脚が建設された以降の環境モニタリング調査は、あらゆる自然現象の上で形成された結果であるため、純粋な橋脚の有無による吉野川河口域に生息する底生動物への影響を評価するためには、橋脚の有無による地形変動の変化を数値解析し、その結果を生物生息モデルに適用して評価する必要がある。

地形変動解析の結果では、吉野川河口域は流量が約 8,000m<sup>3</sup>/s 以上の出水（平成 16 年台風 16 号規模）があることで地形に変化が見られる特性を有していることを把握した。すなわち、平常時においては地形変動がほぼ無いと言え、生物生息モデルに用いられている物理指標の標高と含泥率にも影響が無いことが示唆される。そこで、平成 16 年に発生した大型の台風に着目して橋脚の影響による底生動物の生息場への影響を検討した（図 6-6）。

現状の技術レベルにおける課題は多く、自然現象、生態系システム、並びに人為的干渉を予測するには限界があるが、平常時において選定した底生動物の生息場に変化は無く、洪水時においても変化がほぼ発生しない結果を得た。

本事業においては、シギ・チドリと底生動物間の関係性を、環境モニタリング調査の結果から定量的に評価することが難しいため評価していないが、シギ・チドリの摂食対象である底生動物の生息可能場数は、洪水時において 4.3～5.6%程度増加する結果を得た。

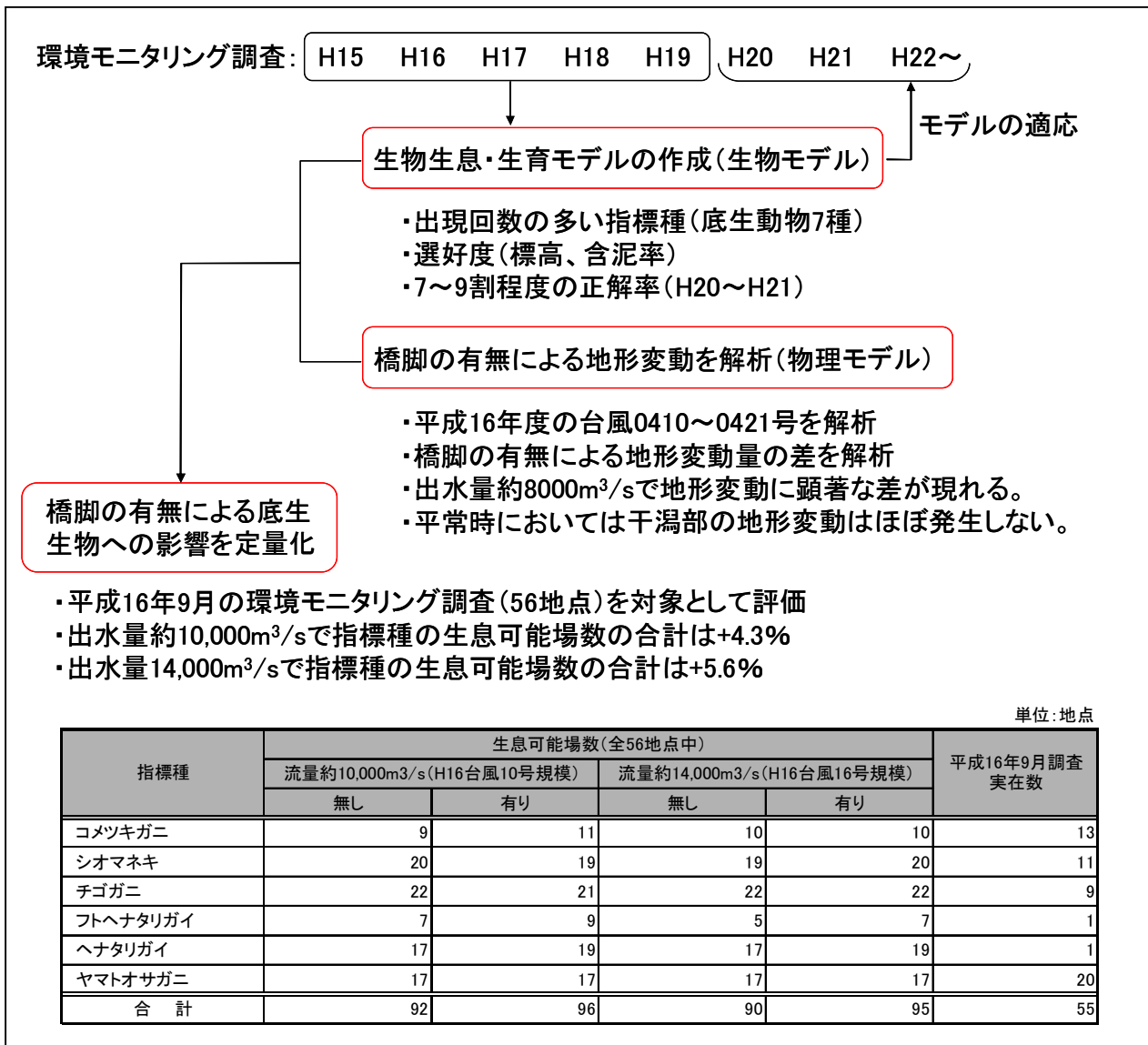


図 6-6 橋脚の影響による底生動物の生息可能場数の変化

### 6.2.2 魚類

魚類に関しては、吉野川河口域外を含めて移動範囲が広く、時間的制約によってモデル化を検討していない。そのため、モニタリング調査の結果から考察する。

以下に、環境モニタリング調査で確認した種数の変遷状況（図 6-8）と平成 22 年度の種別採捕個体数割合（図 6-9）を示す。

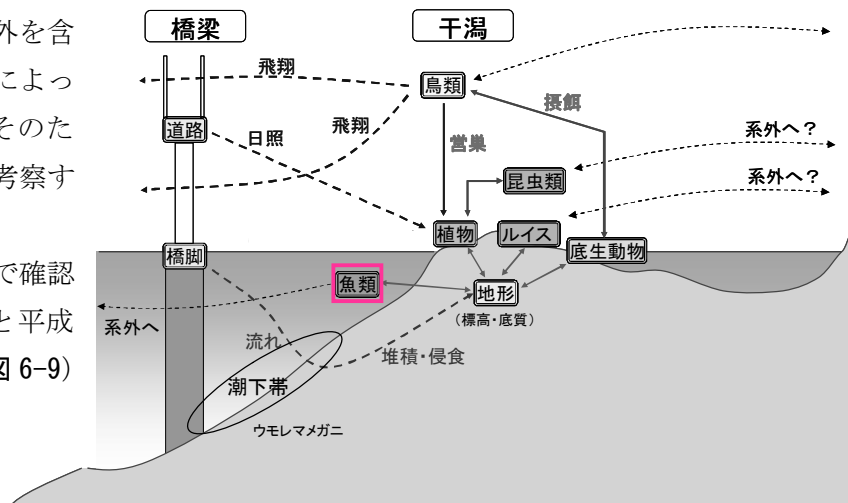


図 6-7 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図（魚類の検討範囲）

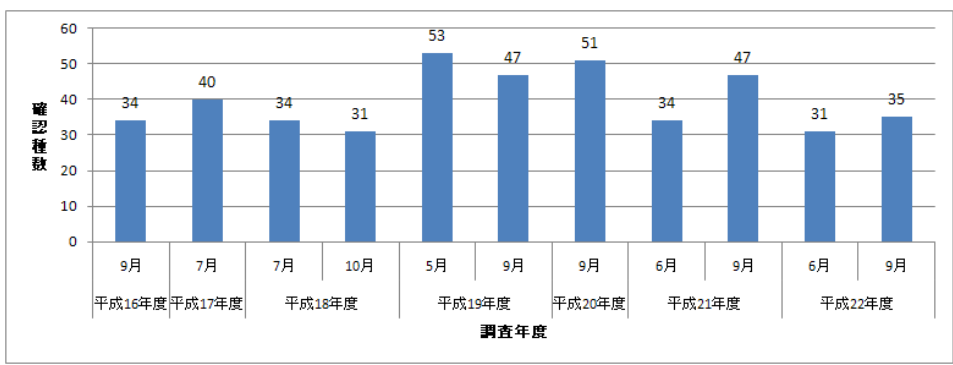


図 6-8 魚類の確認種数の変遷状況

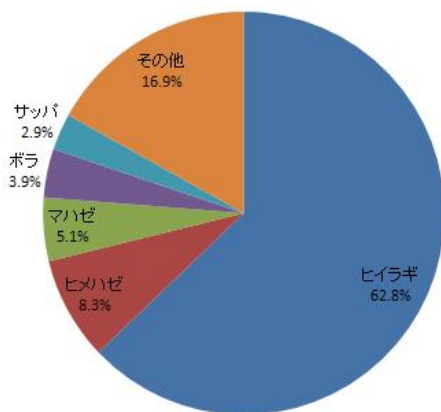


図 6-9 平成 22 年度の種別採捕個体数割合（上位 5 種）

吉野川河口における魚類の種数は 31～53 種の範囲にあり、平成 22 年度においても 35 種類確認している。阿波しらさぎ大橋の工事開始から経年的に見ても、問題となるような変化は見られない。

### 6.2.3 植物

以下に、環境モニタリング調査による吉野川河口の植物の状況を示す。

図 6-11 に河口干潟の植生面積の変化を示している。この結果からは、潮間帯から砂丘部分まで広範囲に分布するヨシ群落に顕著な変化はなく広範囲に確認された。また、ヨシ群落以外の塩沼地及び砂丘植物群落の分布面積の増加が認められ、その中でコウボウシバとコウボウムギを群落識別種とする群落の増加が顕著である (図 6-12)。

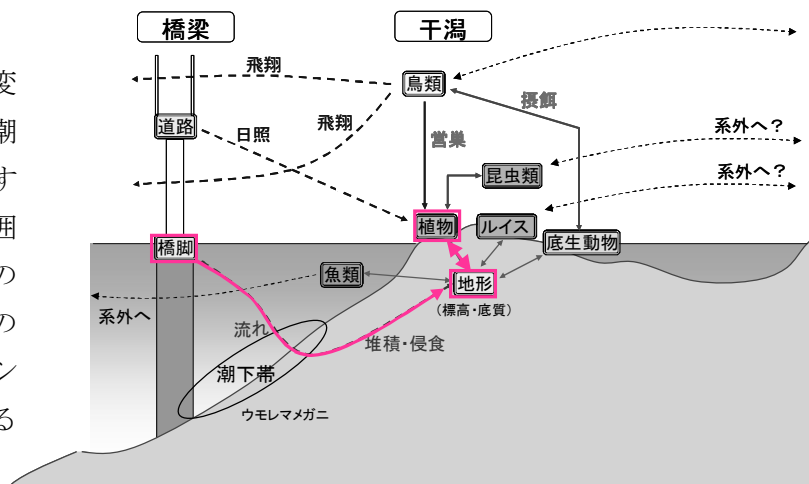


図 6-10 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図 (植物の検討範囲)

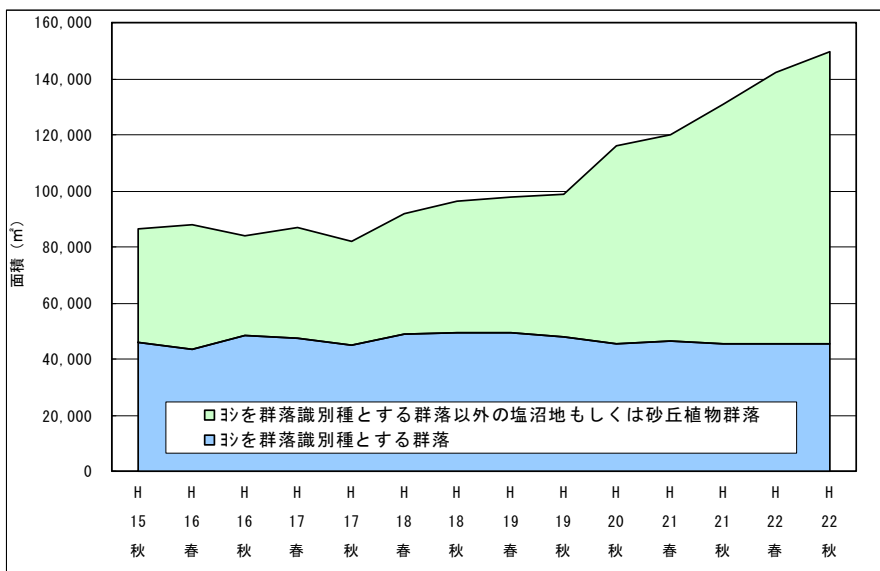


図 6-11 河口干潟の塩沼地もしくは砂丘植物群落の面積の経年変化 (H15-H22)

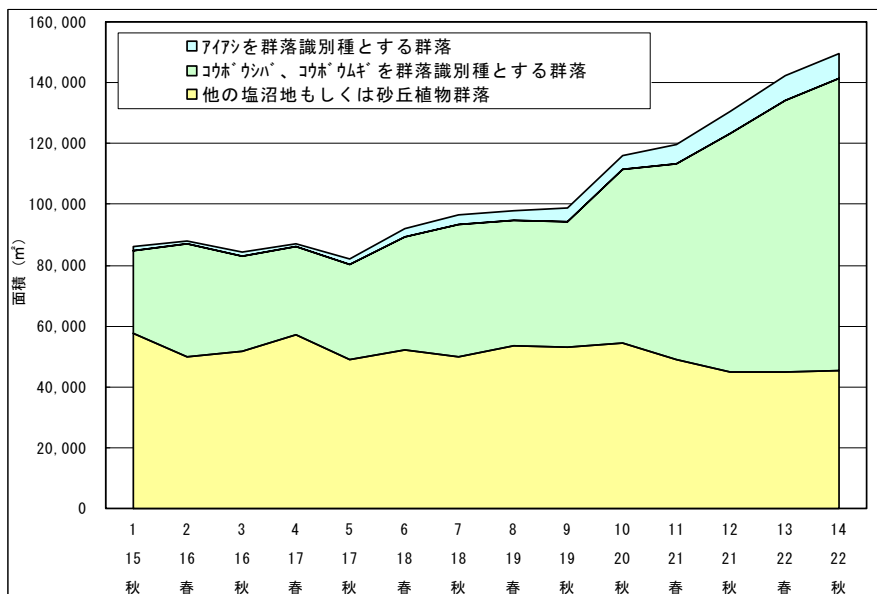


図 6-12 ヨシ群落以外の塩沼地及び砂丘植物群落の面積の経年変化 (H15-H22)

次に、図 6-13 に植物の出現種数と外来種数の経年変化をしめす。平成 23 年度に確認された植物は、河口干潟で 88 種、住吉干潟中州で 8 種、住吉干潟右岸側で 46 種、合計 38 科 97 種であった。このうち、外来種は 33 種が出現し、全出現種に対する外来種の比率は 34.0%であった。

平成 15 年度からの出現種数、外来種数、全出現種に対する外来種の比率の推移からは、平成 17 年度以降に増加していることが分かる。この変化は、平成 16 年度に発生した大型の台風による増水の発生の際に、吉野川上流部から多様な植物の種子が河口干潟に漂着し、生育した可能性が考えられる。

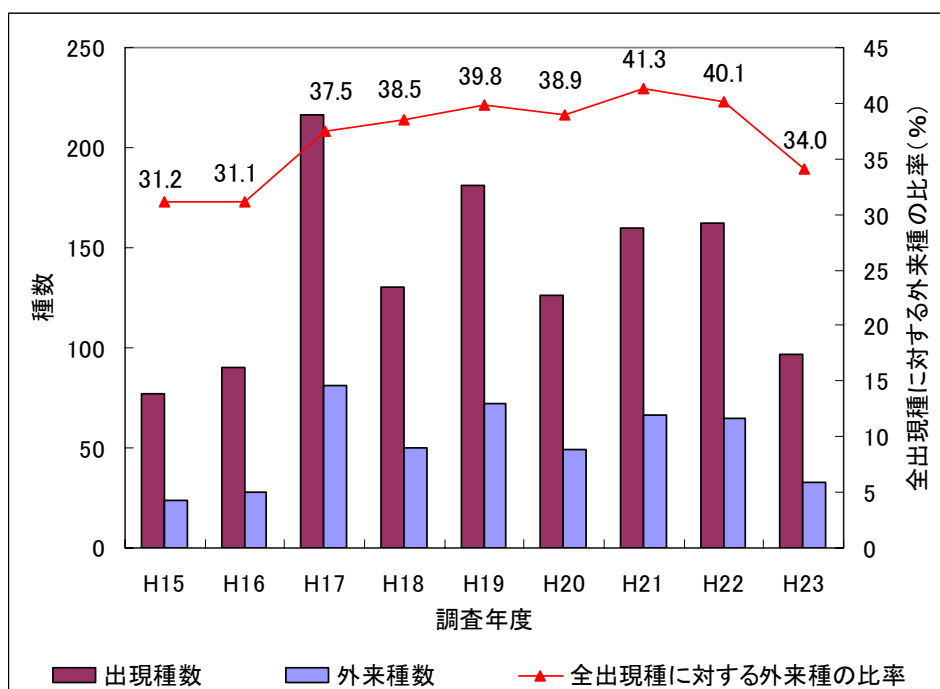


図 6-13 植物の出現種数と全出現種に対する外来種の比率の経年変化

ヨシの茎数、茎径、茎高の経年変化について、図 6-14～図 6-17 に示す。

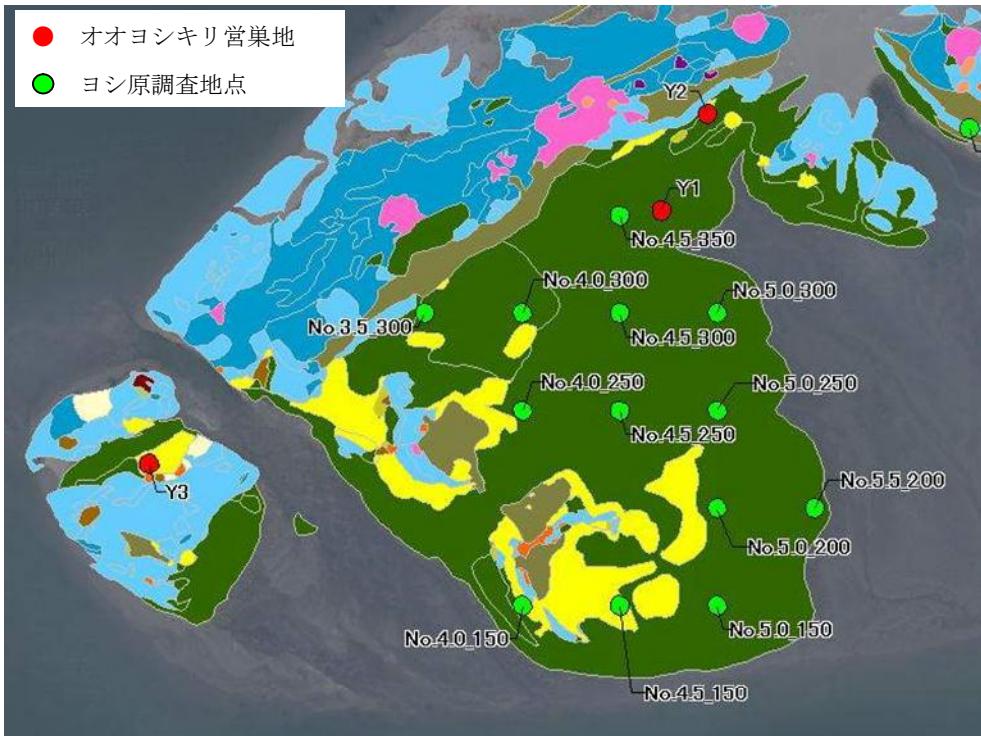
茎数（密度）では、平成 19 年度は平成 18 年度の約 50%であり、密度が顕著に低下していることが確認された。平成 22 年度も多くの地点で減少しているが、前年度より増加している傾向にある。しかし、平成 23 年度では減少傾向を示した。

茎径は、矮性が顕著であった平成 19 年度において、減少傾向は認められなかった。しかし、平成 22 年度では多くの地点で前年度、前々年度を下回り、平成 23 年度においても減少傾向が続き、多くの地点で調査開始以来、最低値を記録した。

茎高は、平成 19 年度は平成 18 年度の約 60%であったが、平成 20 年度は多くの地点で回復傾向が認められた。平成 21 年度に多くの地点で矮性が顕著であったが、平成 22 年度は前年度に比べて回復しているが、平成 23 年度において再び減少傾向を示した。



<河口干潟>



<住吉干潟>

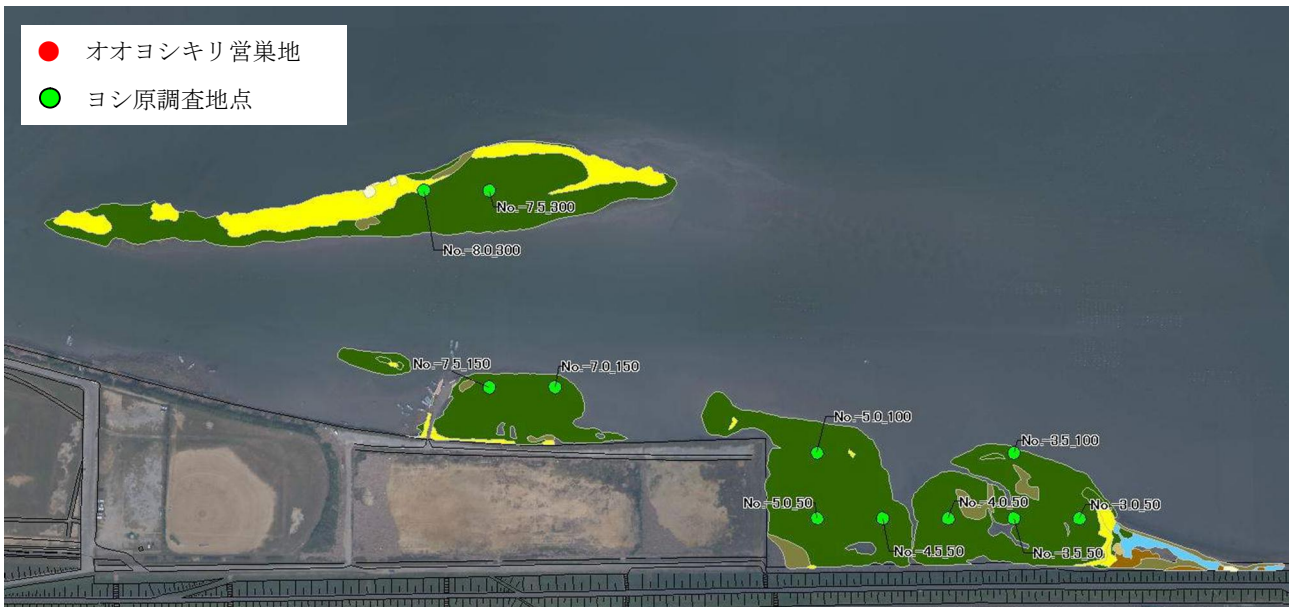


図 6-14 植物調査・茎径草本群落調査位置図

※上図は、図 6-15～図 6-17 の調査地点を示している。

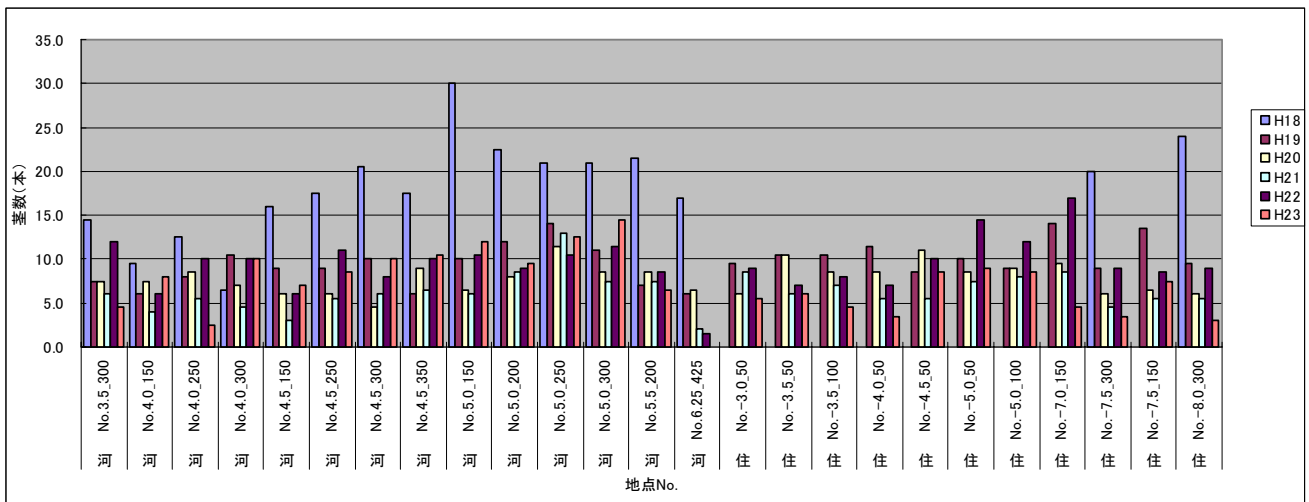


図 6-15 ヨシの茎数の経年変化

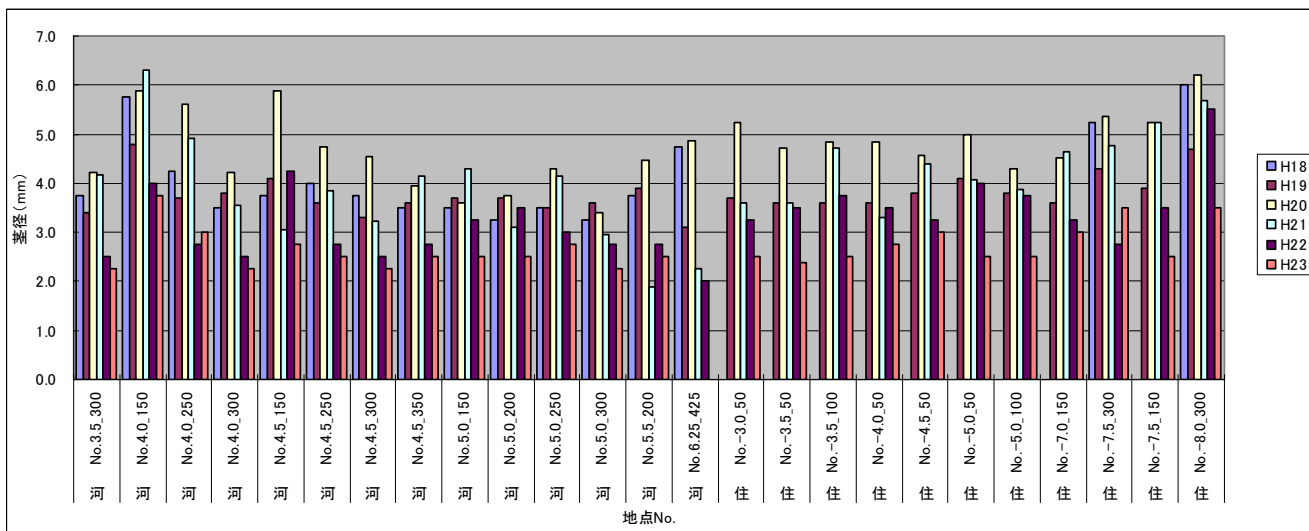


図 6-16 ヨシの茎径の経年変化

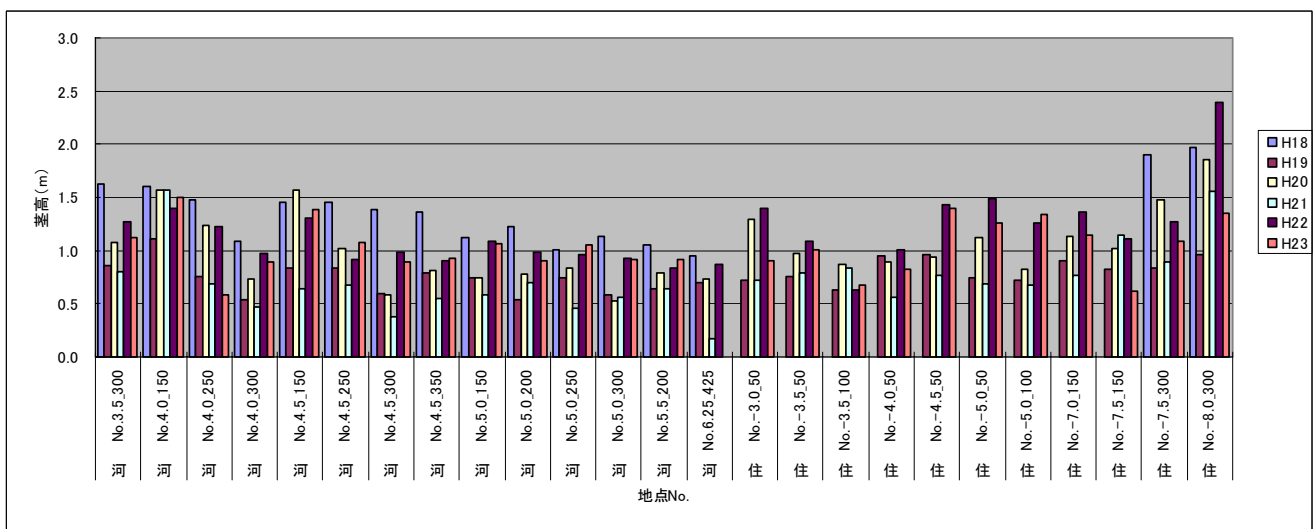


図 6-17 ヨシの茎高の経年変化

次に、底生動物の定量評価と同様に、植物の指標種であるヨシを対象として生育モデルを構築し、橋脚の影響による生育可能場の変化を検討した結果を示す（第2～5章に詳細を示している）。

ヨシの選好度：0.914～2.114m、含泥率の選好範囲：10.0～100.0%

表 6-2 橋脚の有無の影響比較（植物：ヨシ）

単位：地点

指標種	生育可能場数(全56地点中)				平成16年9月調査 実在数
	流量約10,000m <sup>3</sup> /s(H16台風10号規模)		流量約14,000m <sup>3</sup> /s(H16台風16号規模)		
	無し	有り	無し	有り	
ヨシ	28	26	26	24	10

ここで、ヨシの生育可能場数が下がる結果を得たが、これらの結果の前提は台風後の表層部の含泥率と標高における選好範囲である。

本事業では、ヨシを物理指標（標高、含泥率）のみでモデル化したが、ヨシの生活史を踏まえると妥当性のあるモデルとは言えない結果となった。

その理由として、ヨシは地下茎の植物であり、移動できる底生動物とは異なって固着した環境から動くことができず、底生動物にとって生活の安定性を産み出す基盤環境に近いものであり、その存在は、日々の潮流や波浪などの水の流れを緩衝する作用を有している。すなわち、ヨシは流れの影響を受けやすい場には生育が不適であり、ヨシが流れ場から何層にも重なり、奥に行けば行く程に群落としての維持を確保しつつ、底生動物のゆりかご（コアエリア）を形成している（現実には、吉野川河口域は台風後から平常時の粒度組成に変遷する特性を有しており、波浪の影響を受ける場では1～3日程度、波浪の影響を受けにくい場（ヨシ原内、ヨシ原～護岸付近）では2週間程度で元の粒度組成へと変遷することが実証されている。すなわち、ヨシ群落内では底質移動が少ない。）。

構築した生育モデルは、上記のヨシの特性を踏まえたものではない。モデルの選好範囲は広く、言うなれば、吉野川河口域の泥分が多い潮間帯であればどこにでも生育可能と評価しているに等しい。

底生動物の定量評価においても同様のことが示唆されるが、底生動物はこれまでに蓄積された研究や科学的知見で粒度組成と標高である程度高い生息場の評価を可能としているため、底生動物と同等の水準でヨシの生育場の評価をとらえることはできないと言える。

## 6.2.4 昆虫

昆虫に関しては、吉野川河口域外を含めて移動範囲が広く、時間的制約によってモデル化を検討していない。そのため、モニタリング調査の結果から考察する。

以下に、環境モニタリング調査による吉野川河口の昆虫の状況を示す。

図 6-19 吉野川河口域で確認された昆虫類の確認種数を示す。平成 23 年度においては、秋季調査のみであるが 286 種の昆虫類が確認され、平成 15 年度から平成 23 年度までに、16 目 256 科 1,345 種が確認された。経年的に見ても、吉野川河口域における確認種数に大きな変化はないことが分かる。

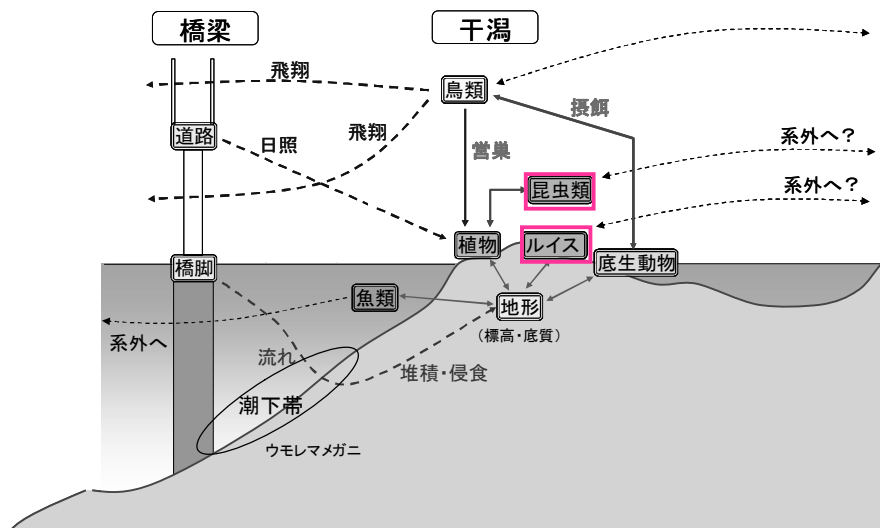


図 6-18 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図（昆虫の検討範囲）

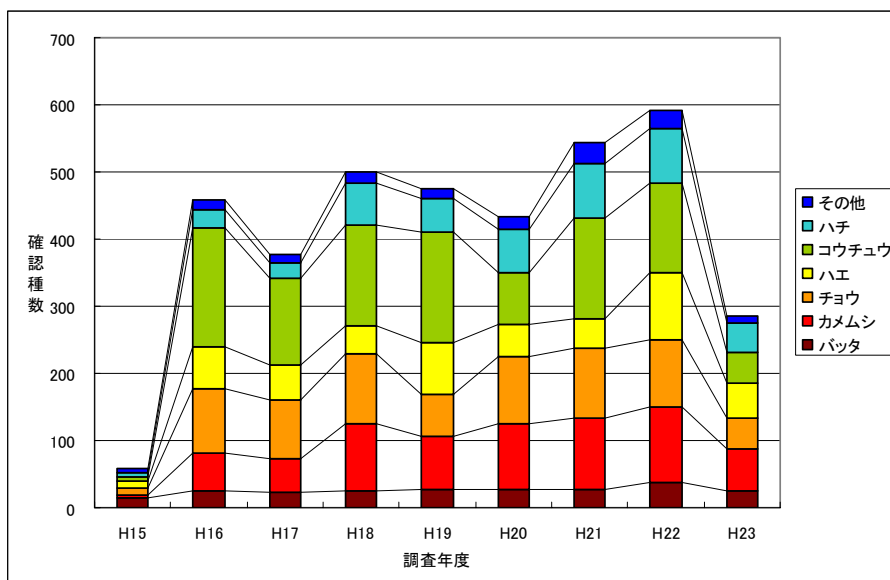


図 6-19 昆虫類の経年確認種数

### <ルイスハンミョウ>

吉野川河口域や海岸砂浜に生息する希少種であるルイスハンミョウについて、以下に示す。平成 23 年度の環境モニタリング調査においては 8 月のみの調査であるが 121 個体記録した。図 6-20 に平成 16 ~23 年度のルイスハンミョウの月別の個体数変動を、図 6-21 に年間合計個体数の経年変化をそれぞれ示す。

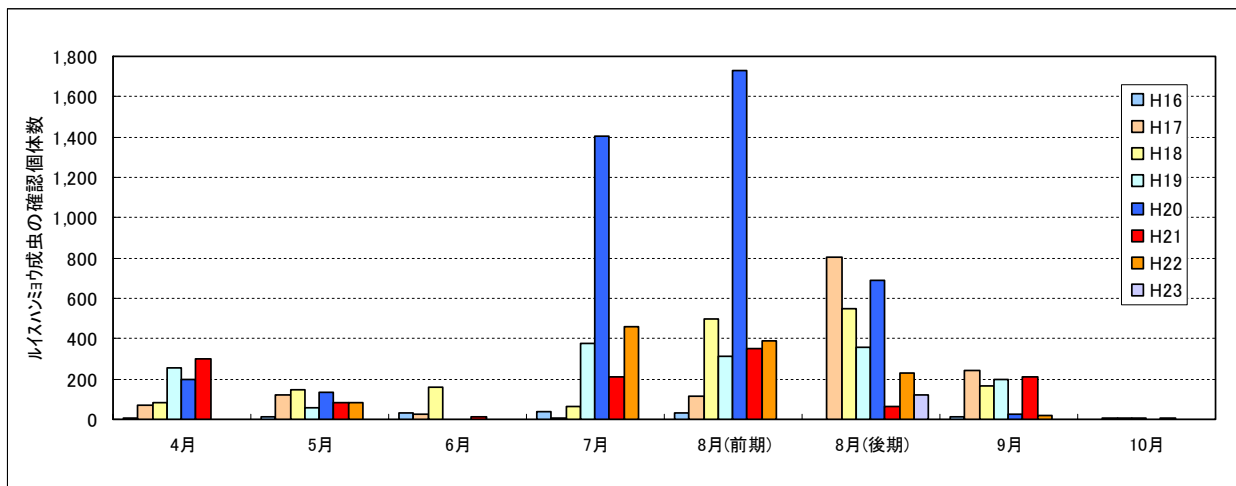


図 6-20 ルイスハンミョウの月別確認個体数（平成 16～平成 23 年度）

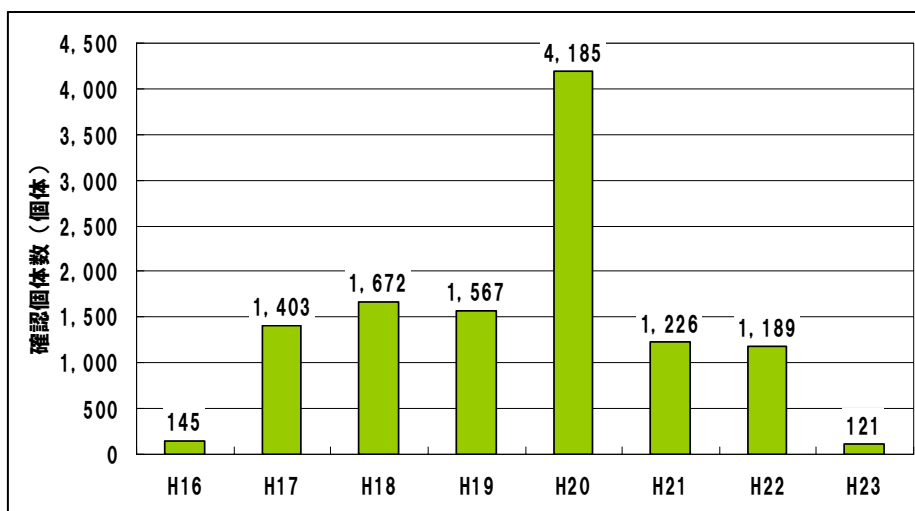


図 6-21 ルイスハンミョウの年間合計個体数の経年変化（平成 16～23 年度）

### 6.3 上部工の影響について

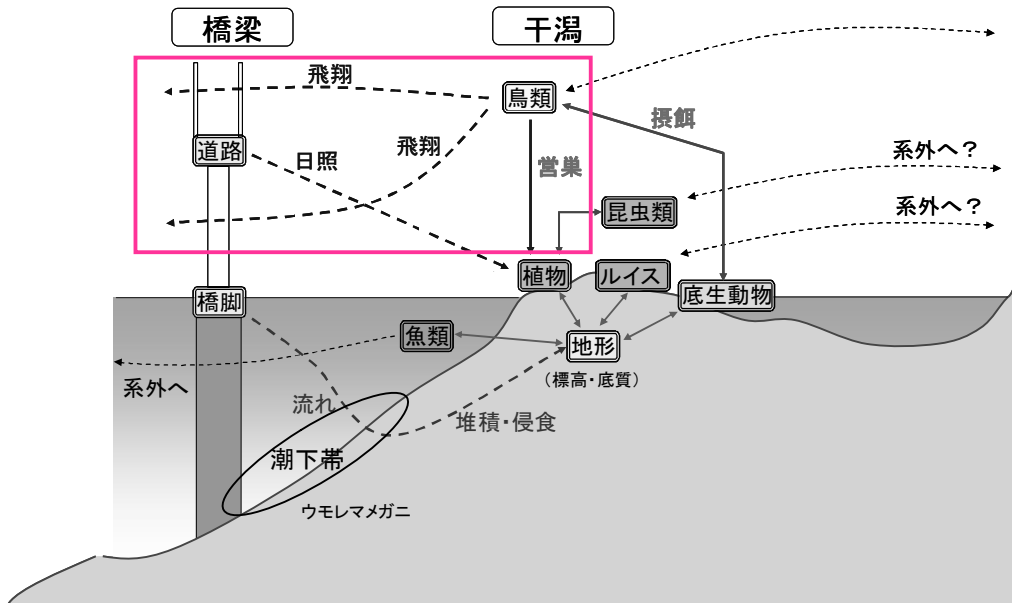


図 6-22 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図（上部工の検討範囲）

上部工が建設されることによって、鳥類の飛翔経路や飛翔高度が変化することが考えられる。以下に、シギ科・チドリ科の生息状況と師匠状況について整理した結果を示す。

#### 1) 生息状況調査

指標種の生息状況調査では、シギ科・チドリ科を図 6-23 のエリアに区画に分類して継続的にモニタリング調査を実施してきた。



図 6-23 鳥類調査（シギ科・チドリ科）のエリア区分



図 6-24 は、シギ科・チドリ科の鳥類出現状況の経年変化を示したものである。平成 23 年度においては、11,472 個体、20 種数が確認されたが、過年度と同様の傾向を示している。

図 6-25 は、出現状況をエリア別に示したものである。

指標種生息状況調査からは、経年的に大きな変化は無いことが分かる。

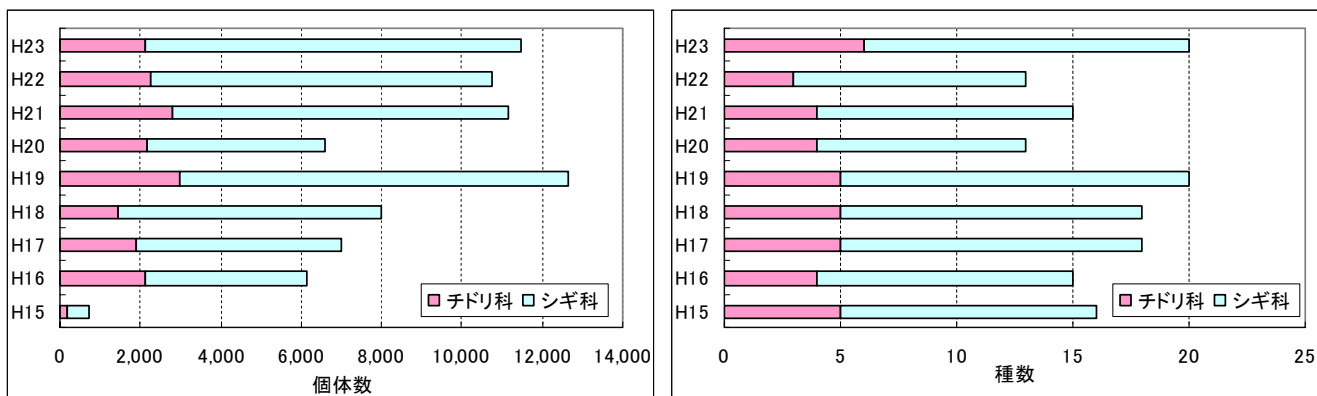


図 6-24 鳥類出現状況の経年変化 (シギ科・チドリ科)

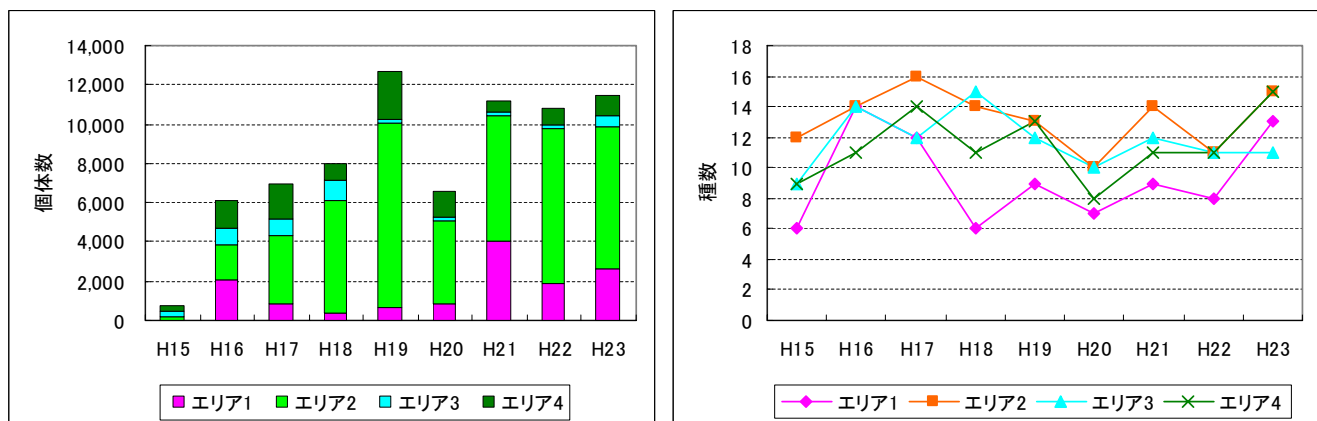


図 6-25 エリア別出現状況の経年変化

## 2) 飛翔状況調査

次に、指標種の飛翔状況調査の結果を以下に示す。

架橋工事の進行による飛翔経路の変化は認められず、シギ・チドリ類をはじめとする多くの鳥類がエリア「イ」を通過していた。しかし、図 6-26 で示すように、シギ科・チドリ科の阿波しらさぎ大橋の建設箇所における飛翔高度は、平成 21 年度までは最も低い高度 a : 0~10m が多かったが、平成 22 年度は高度 b : 10~15m が最も多くなった。これは、平成 23 年 3 月の調査時において、河口干潟西部の P2 橋脚~P3 橋脚間の上部工が完成していたため、多くの個体が橋桁より上方を通過するようになったことが分かる。そして、平成 23 年度においては高度 d : 20m 以上が最も多くなった。

なお、図 6-27 は、吉野川大橋におけるシギ科・チドリ科の飛翔高度を示したものである。吉野川大橋では高度 C : 20m 以上を飛翔している個体数が最も多いが、平成 23 年度調査においては、C を飛翔する個体数が少なかった。

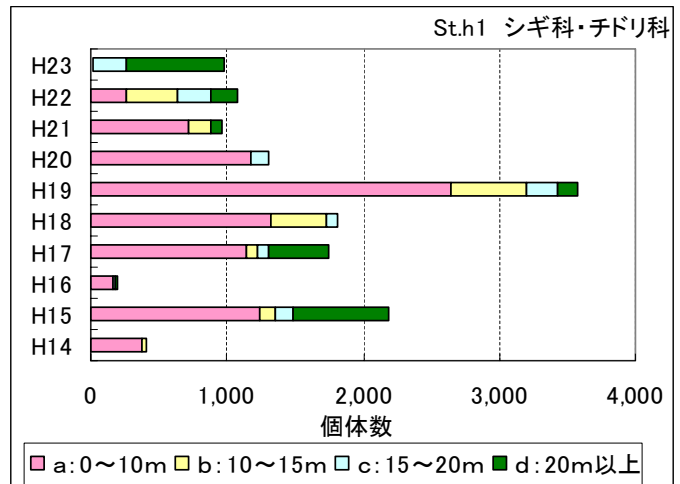
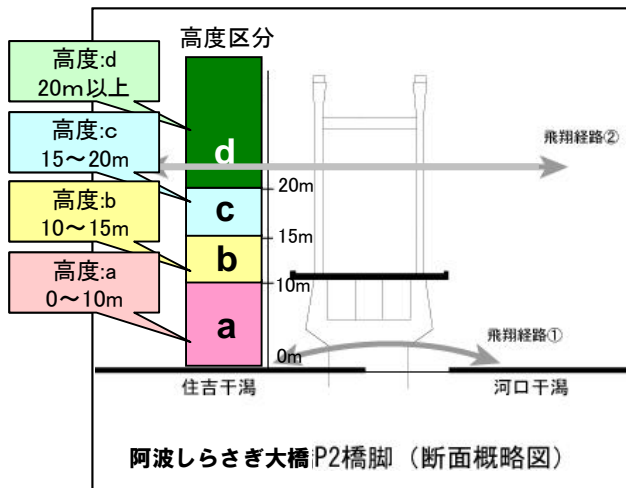


図 6-26 阿波しらさぎ大橋の高度区分と高度区分別の確認個体数

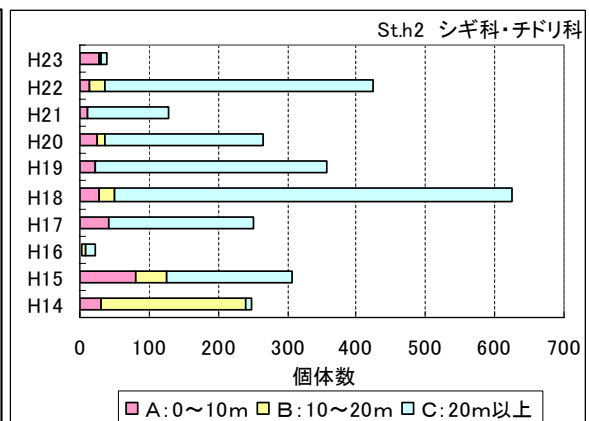
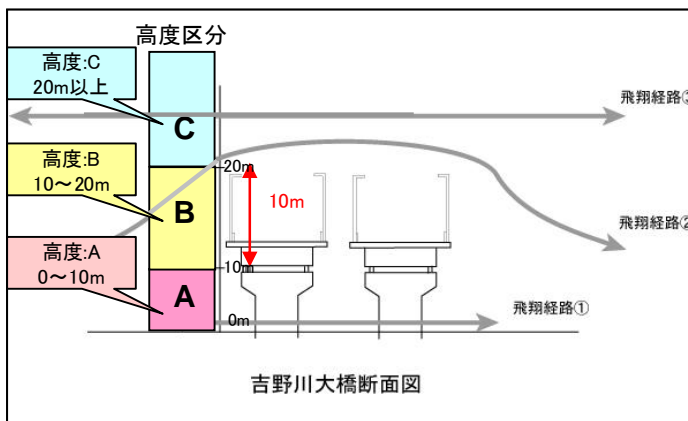


図 6-27 吉野川大橋の高度区分と高度区分別の確認個体数

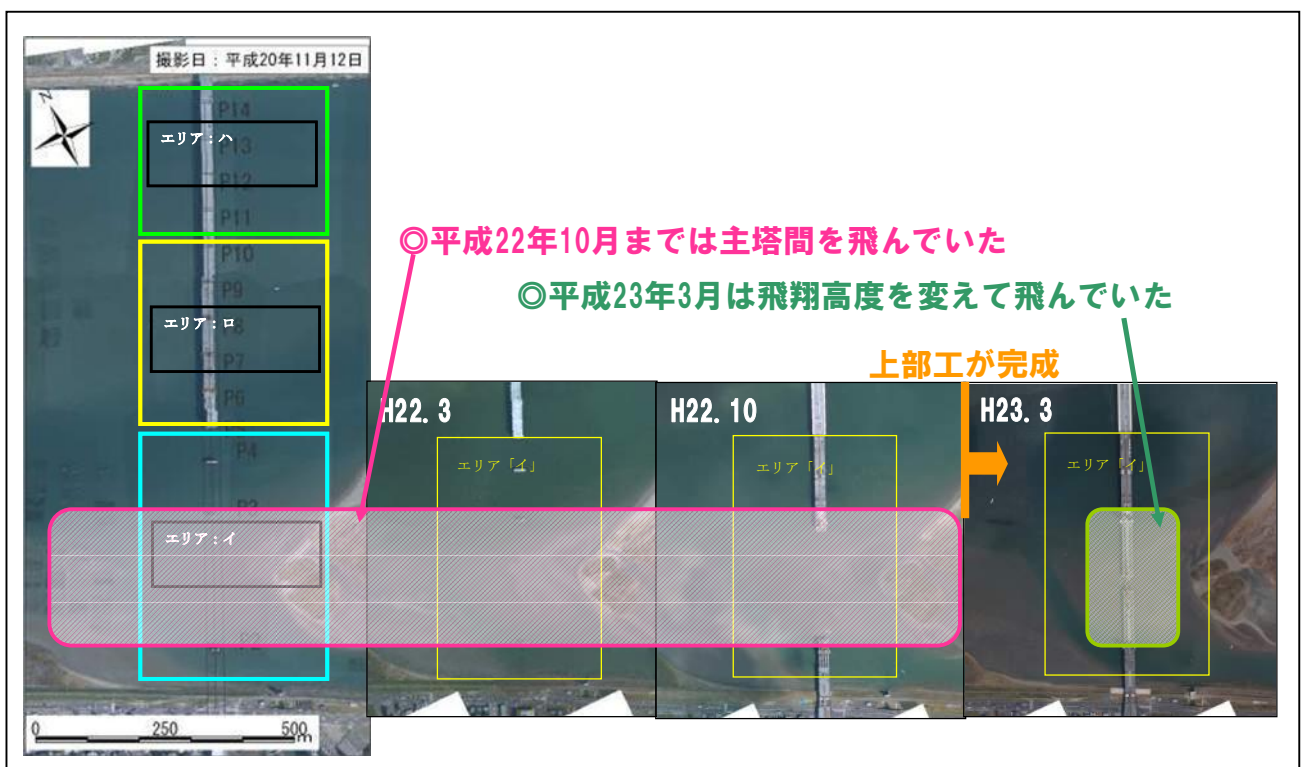


図 6-28 エリア「イ」における飛翔高度の変化



### 3) 上部工完成による飛翔高さの変化について

本事業における鳥類（シギ科・チドリ科）への影響について、先の図 6-26 で示した通り、平成 22 年 3 月に実施した調査から上部工が完成したことによる飛翔高度が変化した。飛翔高さは、0～10m から 20m 以上に変化しており、渡り鳥として大距離移動の生活史を有するシギ科・チドリ科が、摂食と休息場としている吉野川河口において何らかの損失を得る可能性が懸念される。

今後 2 年間はモニタリング調査を継続して行い、その動向について注視するとともに影響について評価を検討する。

## 6.4 その他の検討

### 6.4.1 橋脚周辺部の環境影響評価（ウモレマメガニ）

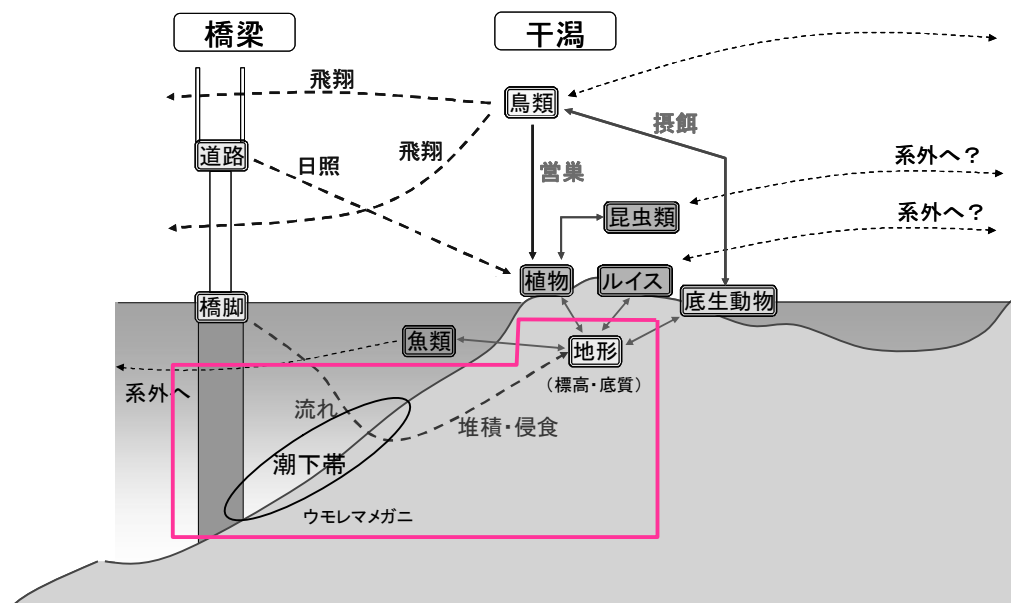


図 6-29 吉野川干潟生態系と橋梁の概略的關係図（潮下帯の検討範囲）

事業の影響評価は、表在性の生活史を有している底生動物を対象として実施したが、第 5 章の地形変動解析の結果からは干潟の地形変動が軽微であり、影響が少ない結果を得た。しかし、橋脚周辺部においては洗掘と堆積が解析上でも確認された。すなわち、干潟表面に生息する底生動物の影響評価に加えて、橋脚周辺部の潮下帯に生息する底生動物への影響について検討する必要があると言える。

そこで、本事業においてはウモレマメガニを対象として潮下帯への影響評価に向けた検討を行った。図 6-30 に概要の図を示す。

ウモレマメガニ（写真 6-1）は、希少種（WWF Japan : DD : 情報不足種）であり、平成 17 年度に実施した環境モニタリング調査にて生息が確認された。1 属 1 種の日本固有種で、かつて千葉県犬吠崎、東京湾、大阪湾より記録された（Sakai 1976）が、現状は不明とされている。なお、兵庫県では A ランク（絶滅危惧 I 類に相当）(県ランク)に指定されている。徳島県では過去数年間の調査において、マリンピア、撫養港海岸（岡崎里浦地区）・粟津港海岸（粟津地区）・今切港海岸（長原地区）周辺で確認されている。

本種の特徴は、汽水域あるいは海域のベントスの巣穴（アナジャコ等）及び棲管に生息し、砂泥質および砂質の干潟の低潮位付近あるいは以深で浅く埋もれて生活する。

環境モニタリング調査により秋に産卵（平成 18 年 10 月 抱卵個体確認）し、早春には新規個体として参入、初夏にかけて成長し、7～9月には個体が確認されないことが多く（移動・拡散）、含泥率 30% 以下の砂質の底質、地盤高（D.L.）0～-3.5m において確認されることが多かった。

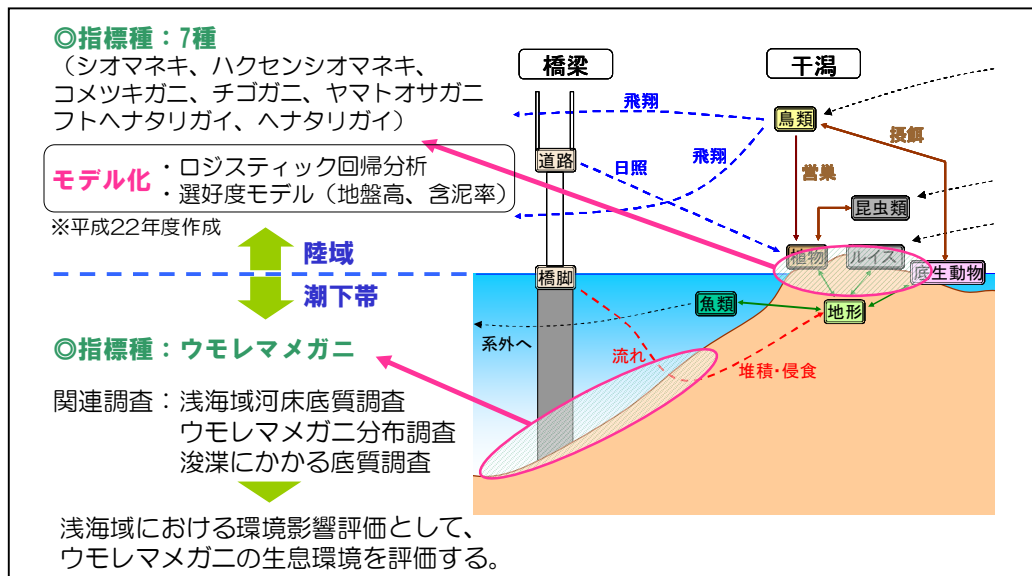


図 6-30 潮下帯のモデル化について

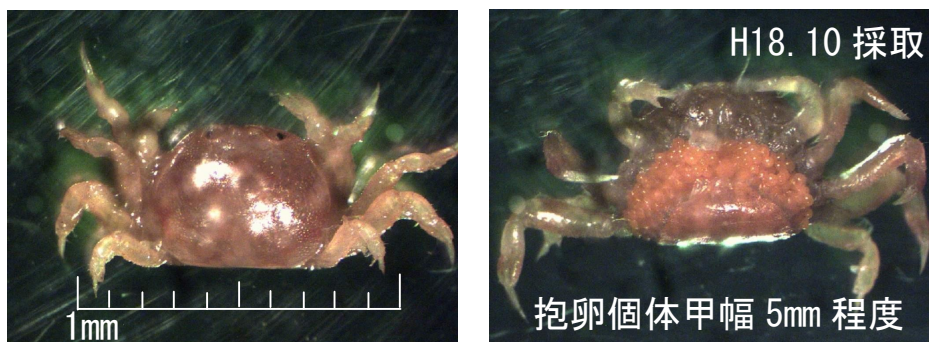


写真 6-1 ウモレマメガニ

ウモレマメガニの生息に関して不明なことが多いが、平成 22 年度調査結果によるウモレマメガニの化学的要因に関して、以下のことを確認した（図 6-31）。

- ・含水比：概ね 30～50%
- ・全硫化物量：概ね 0.05mg/g 以下
- ・塩化物イオン濃度：概ね 0.3～0.5%
- ・AVS：大部分が 0.1mg/g 以下
- ・TOC：0～20mg/g の範囲に多い
- ・底生藻類量：概ね 0～15mg/m<sup>2</sup>

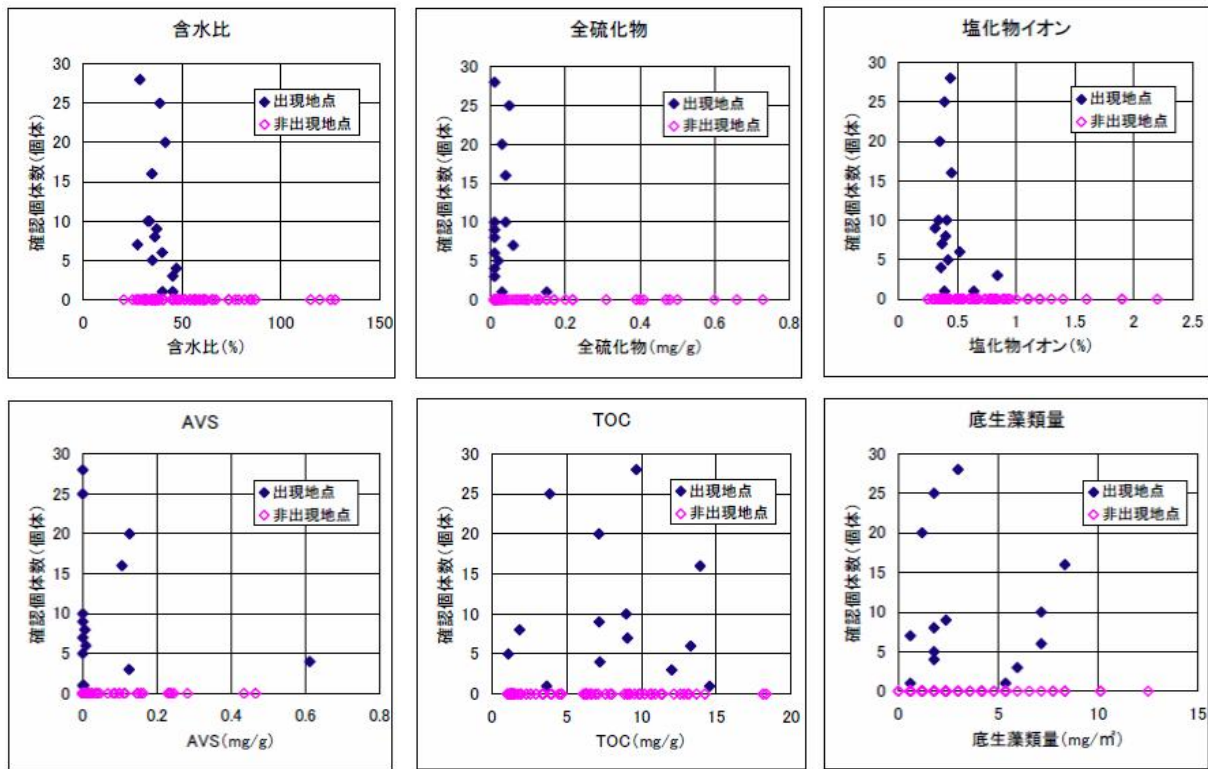


図 6-31 ウモレマメガニの確認範囲（化学的要因）

次に、ウモレマメガニの生息環境をモデル化した結果を示す。評価方法は、前述の底生動物の評価方法と同じロジスティック回帰を用いて生息に重要な要素を抽出し、その要素を用いて選好度でモデル化した。

モデル化に用いたデータは、平成 17 年 5 月～平成 22 年 9 月の調査データ（ウモレマメガニ分布調査（広域調査・詳細調査）、浅海域調査、浚渫にかかる底質調査の 576 個のデータ）を用いている。

[調査項目]

- ・ウモレマメガニの有無、標高、含泥率・・・576 地点（在：93 地点、不在：483 地点）
- ・含水比、TS、AVS、TOC、塩分濃度、クロロフィル a・・・140 地点（在：25 地点、不在：115 地点）

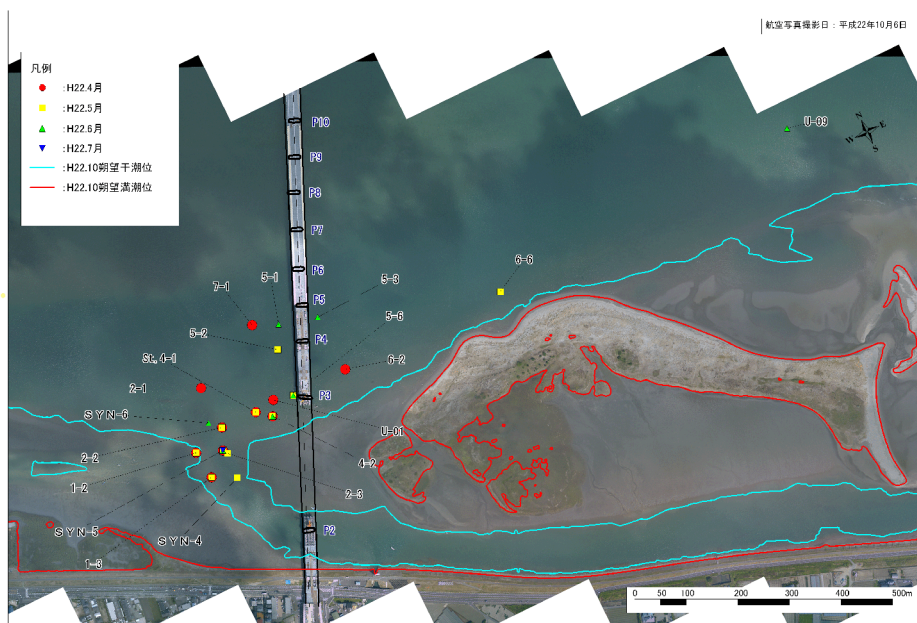


図 6-32 ウモレマメガニの生息確認地点（平成 22 年度）

ロジスティック回帰の結果、標高と含泥率が選択された。この2つの変数を用いて選好度を検討した。

- ・ 標高 (D.L.) : -1.446~0.723m
- ・ 含泥率 : 0~28.6%

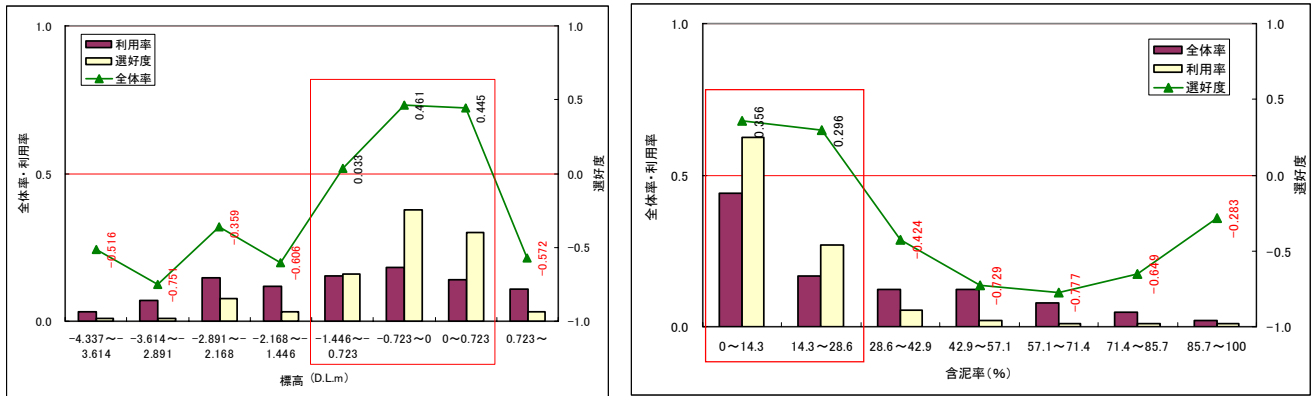


図 6-33 ウモレメガニの選好度 (左：地盤高、右：含泥率)

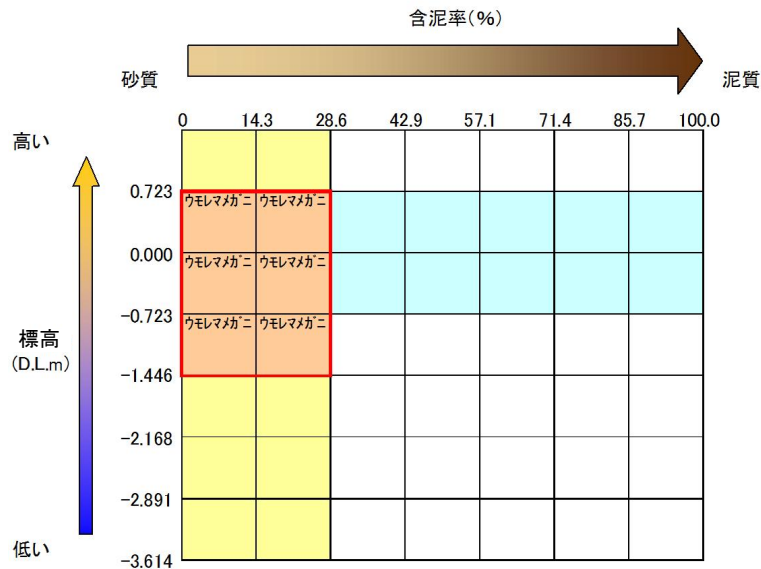


図 6-34 ウモレメガニの選好範囲 (1)

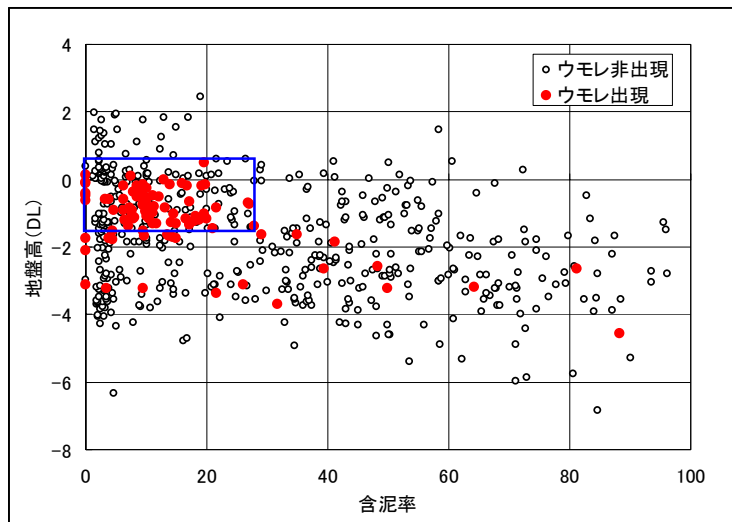


図 6-35 ウモレメガニの選好範囲 (2)



作成したモデルを平成 22 年度の調査データに適応して図化した結果を以下に示す。

作成したモデルは時期によって当てはまりが異なる結果を得た。特に、早春（新規個体参入時期）での当てはまりが良く、夏季（成長期～移動・拡散時期）にかけて、当てはまりが良くない。これは、生活史が不明であるウモレマメガニが、本調査において、春季には調査地点に生息しているが、夏季には生息が確認されないためである。

橋脚が及ぼす潮下帯への影響の指標としてウモレマメガニのモデル化を進めたが、本事業で行った底生動物の定量評価手法は夏季～秋季に発生する洪水による微地形の変化に着目しているため、ウモレマメガニが春季にのみ調査地点で確認されたこと、橋脚建設前にモニタリングを実施していなかったことから定量評価に至らなかった。

地形変動解析の結果では、平常時の地形変動がほぼ無いことを示しているため、ウモレマメガニの生息評価には、春期の平常時の橋脚の影響に注目することが重要であると言える。

**H22.3  
新規個体参入時期**

	判別	予測		予測率	感度 特異度
		出現	非出現		
観測	出現	12	2	85.7%	
	非出現	7	23	76.7%	
観測的中率		63.2%	92.0%		

**H22.4  
個体成長時期**

	判別	予測		予測率	感度 特異度
		出現	非出現		
観測	出現	5	5	50.0%	
	非出現	6	16	72.7%	
観測的中率		45.5%	76.2%		

**H22.5  
個体成長時期**

	判別	予測		予測率	感度 特異度
		出現	非出現		
観測	出現	6	5	54.5%	
	非出現	3	18	85.7%	
観測的中率		66.7%	78.3%		

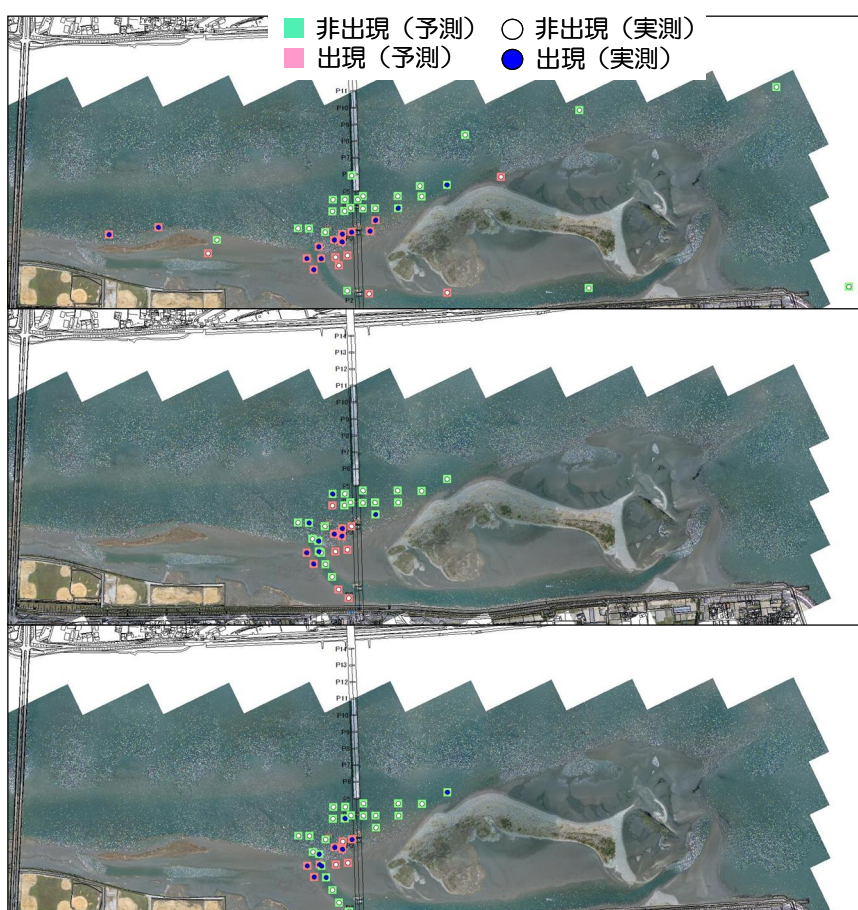
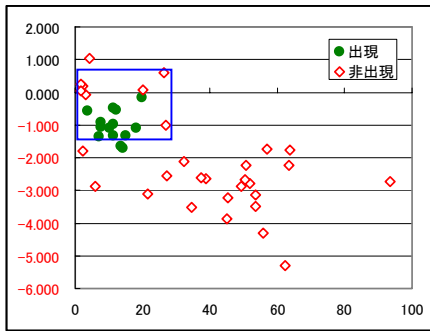


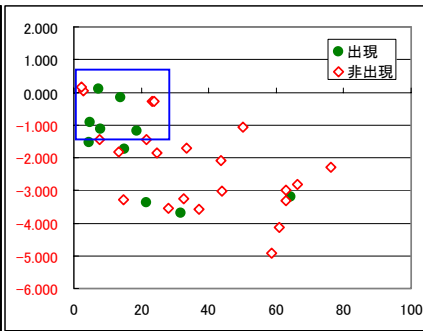
図 6-36 ウモレマメガニの選好度モデルの適応（平成 22 年 3～6 月）

平成 22 年 3 月  
(新規個体参入時期)



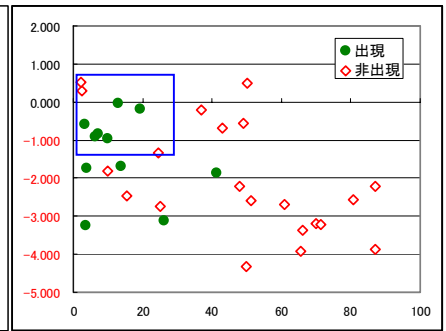
判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	12	2	85.7%	
	非出現	7	23	76.7%	
	的中率	63.2%	92.0%		

平成 22 年 4 月  
(個体成長時期)



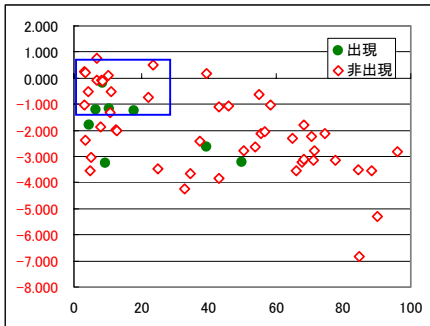
判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	5	5	50.0%	
	非出現	6	16	72.7%	
	的中率	45.5%	76.2%		

平成 22 年 5 月  
(個体成長時期)



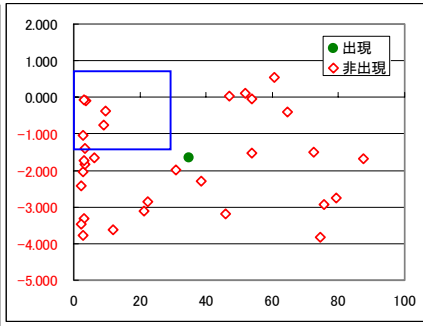
判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	6	5	54.5%	
	非出現	3	18	85.7%	
	的中率	66.7%	78.3%		

平成 22 年 6 月  
(個体成長時期)



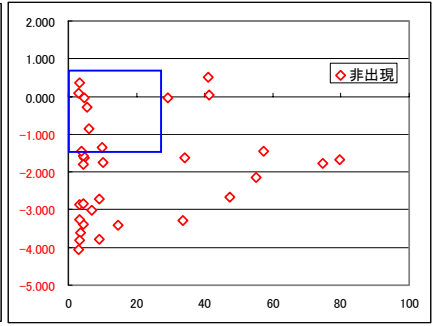
判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	4	4	50.0%	
	非出現	13	35	72.9%	
	的中率	23.3%	89.7%		

平成 22 年 7 月  
(移動・拡散時期)



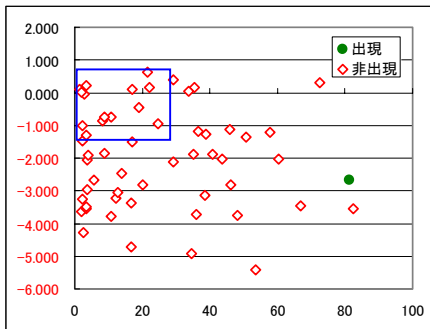
判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	0	1	0.0%	
	非出現	6	25	80.6%	
	的中率	0.0%	96.2%		

平成 22 年 8 月  
(移動・拡散時期)



判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	0	0	-	
	非出現	7	25	78.1%	
	的中率	0.0%	100.0%		

平成 22 年 9 月  
(個体成長時期)



判別	予測		予測率	感度	特異度
	出現	非出現			
観測	出現	0	1	0.0%	
	非出現	15	40	72.7%	
	的中率	0.0%	97.6%		

グラフ横軸：含泥率 (%)  
グラフ縦軸：標高 (m)

図 6-37 ウモレマメガニの選好度モデルの適応 (平成 22 年 3~9 月)

本事業においては、橋脚周辺部の定量評価としてウモレマメガニに注目し、モニタリング調査及び生息モデルの構築を進めたが、定量評価には至らなかった。平成 17～23 年度に実施した環境モニタリング調査のうち、ウモレマメガニの生息に関する調査結果を表 6-3 に示し、図 6-38 に橋脚周辺部の工事の状況と確認個体数を示す。ウモレマメガニの生息は、そのほとんどが 4～7 月頃に生息を確認しており、航路浚渫、埋め立てが実施されたものの、平成 21 年度と平成 22 年度に実施した詳細調査において数多くのウモレマメガニの生息を確認した。それらを踏まえ、工事があったものの生息は維持されていると考えられる。

表 6-3 平成 17～23 年度に実施したウモレマメガニの分布調査結果一覧

調査実施日	合計確認 地点数	合計確認 個体数	広域調査			詳細調査			その他調査			備考
			調査 地点数	確認 地点数	確認 個体数	調査 地点数	確認 地点数	確認 個体数	調査 地点数	確認 地点数	確認 個体数	
平成17年5月7日	9	253							12	9	253	航路浚渫に係る底質・底生動物調査
平成17年7月20日	1	2							61	1	2	コドラート調査結果
平成18年10月24日	3	5	24	3	5							
平成19年6月4日	5	5	20	4	4				6	1	1	浅海域調査
平成19年9月30日	0	0	20	0	0							
平成20年7月14日	3	6							6	3	6	航路における底生生物採取調査
平成20年9月29日	2	5	20	0	0				16	2	5	追加調査+浅海域調査
平成21年4月30日	13	36				22	13	36				
平成21年5月15日	5	13				22	5	13				
平成21年6月6日	1	1	18	1	1							
平成21年6月9日	7	10				22	7	10				
平成21年7月29日	0	0				24	0	0				
平成21年8月19日	0	0				26	0	0				
平成22年3月29日	14	152	18	3	34	26	11	118				
平成22年4月26日	10	56				32	10	56				
平成22年5月20日	11	42				32	11	42				
平成22年6月14日	7	17	18	6	16	32	1	1				
平成22年7月8日	1	2				32	1	2				
平成22年8月9日	0	0				32	0	0				
平成22年9月9日	0	0	18	0	0	32	0	0				
平成23年7月28日	0	0	18	0	0				6	0	0	補足調査

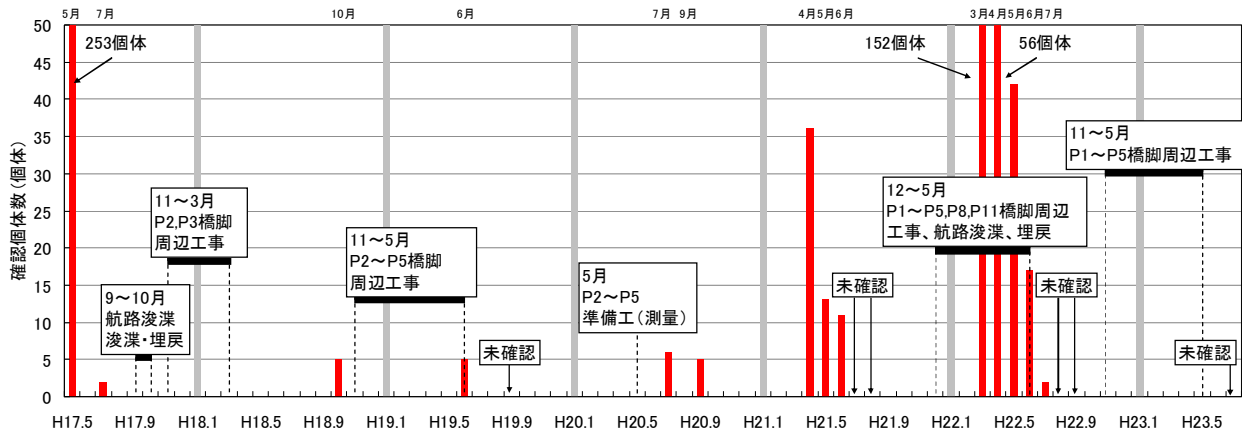


図 6-38 ウモレマメガニの生息の確認と橋脚周辺部工事の関連

### 6.4.2 オオヨシキリの営巣環境

吉野川河口域のヨシ・アイアシ群落にはオオヨシキリが営巣しており、それらについて調査した結果を以下に示す。

#### 1) 繁殖状況調査

オオヨシキリの繁殖状況について示す。図 6-39 に確認した地点別営巣数と植生別営巣数の経年変化を示す。平成 23 年度においては猛烈な台風 6 号の後に調査を行ったため、河口干潟のみで 3 巣を確認している。経年的に大きな変化はないと言えるが、ヨシへの営巣が減少し、アイアシへの営巣が増加している傾向が見られた。

オオヨシキリの確認営巣数は毎年増減しているが、営巣適地が毎年増減しているとは考えにくく、観察結果を踏まえると、当地に飛来するオオヨシキリの個体数に明瞭な増加もしくは減少傾向はないと考えられる。

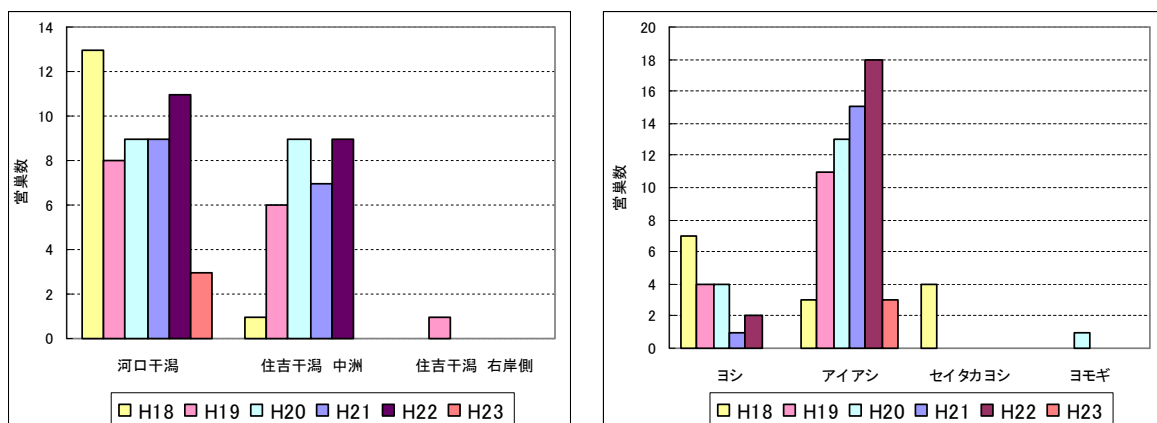


図 6-39 繁殖状況調査結果（左：地点別営巣数、右：植生別営巣数）

平成 22 年度にオオヨシキリの営巣環境に影響する要因を解析しており、以下にその結果を示す。

まず、平成 20、21 年度のヨシ、アイアシの 1ha あたりの営巣数を表 6-4 に示す。この結果からは、アイアシへの営巣数が多い。

表 6-4 オオヨシキリの 1ha あたりの営巣数

	植生面積 (ha)		営巣数		1haあたり営巣数	
	ヨシ	アイアシ	ヨシ	アイアシ	ヨシ	アイアシ
H20	8.73	0.95	4	13	0.46	13.70
H21	8.60	1.37	1	15	0.12	10.99

#### < 茎数 (密度) > (図 6-40)

- ・年による変化：ヨシもアイアシは平成 18 年度から経年的に減少が見られる。(ただし、アイアシの平成 18 年度は高い値を示すがデータ数が少ない)。
- ・営巣環境と非営巣環境の比較：ヨシの営巣環境の平均値は営巣、非営巣の茎数は変わらず、アイアシの営巣環境の平均値とも大きな相違はない。

#### < 幹径 > (図 6-41)

- ・年による変化：若干、ヨシが減少傾向であるが明瞭な年格差は確認されない。
- ・営巣環境と非営巣環境の比較：ヨシについて平均値で見ると営巣環境 (5~6mm 程度) の方が非営巣環境 (4~5mm 程度) より若干幹径が大きくなる傾向があり、営巣環境のアイアシの平均値 (5~6mm 程度) に大きな相違はない。

#### < 茎高 > (図 6-42)

- ・年による変化：ヨシは平成 18 年度よりやや減少している。アイアシについては営巣地のみデータとなるが、同様にやや減少している。
- ・営巣環境と非営巣環境の比較：営巣環境のヨシは非営巣環境のヨシよりも茎高が高くなる傾向 (営巣地点の茎高はほとんど外れ値となっている)。営巣環境のヨシとアイアシの平均値に大きな相違はない。



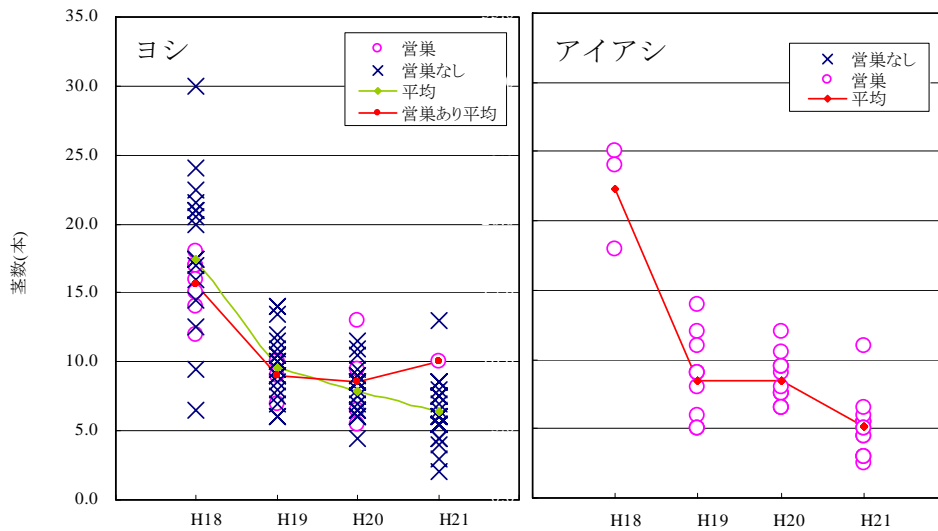


図 6-40 営巣の有無とヨシ、アイアシ群落の茎数（密度）の関係

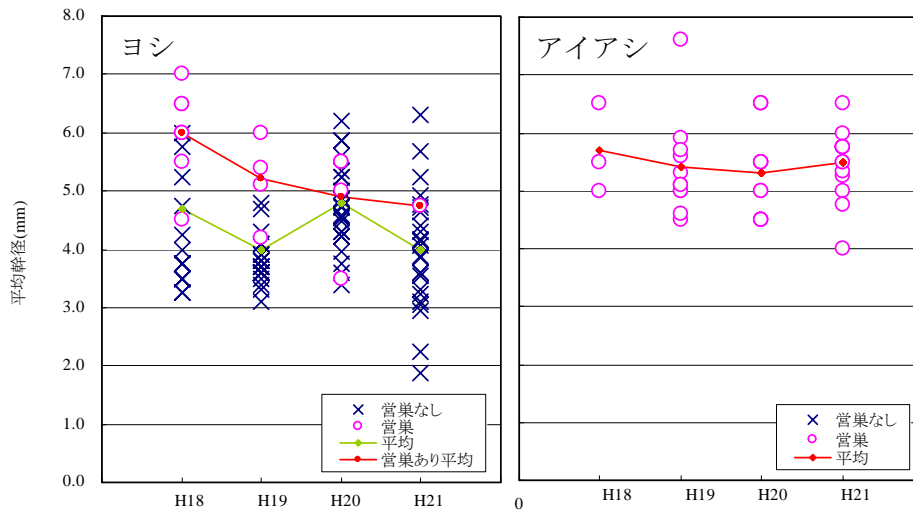


図 6-41 営巣の有無とヨシ、アイアシ群落の茎径の関係

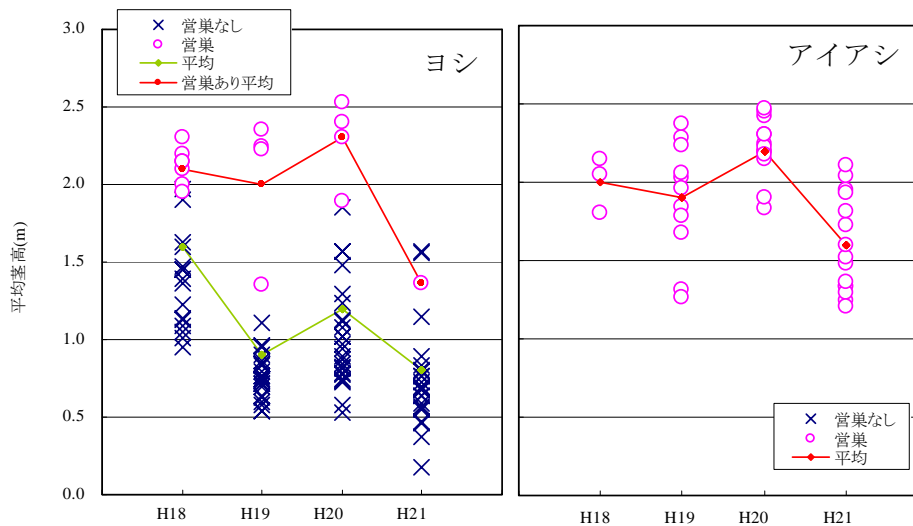


図 6-42 営巣の有無とヨシ、アイアシ群落の高さの関係

以上のことを踏まえると、アイアシを好むというより、茎高の高い群落や幹径の太い群落を好んでいる可能性がある。次に、営巣環境についてロジスティック回帰を用いて営巣に関係の高い要因を抽出した。以下に手法とその結果を示す。

初期の独立変数として、茎数、茎径、茎高、年度、ヨシ or アイアシを与え、変数減少法から茎数、茎高、ヨシ、アイアシを変数として絞り込みました。解析の結果、茎高が有用な要因である結果を得た。

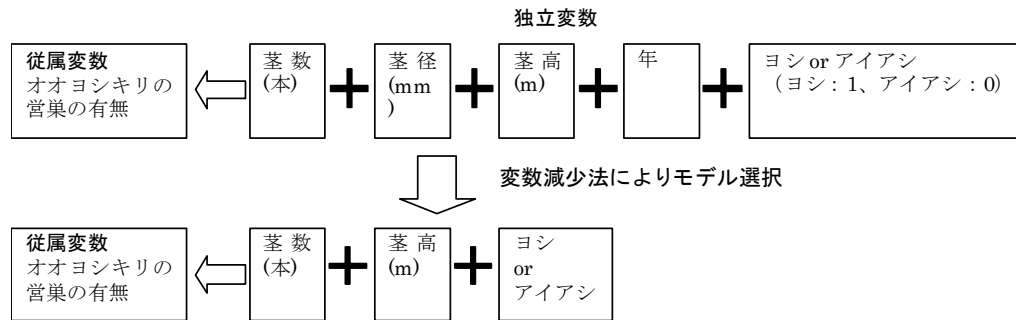


図 6-43 オオヨシキリの営巣環境のロジスティック回帰の手法

表 6-5 オオヨシキリの営巣環境のロジスティック回帰の結果

	偏回帰係数	標準誤差	オッズ比	P値
切片	10.264	2262.719		
茎数	-0.086	0.095	0.92	
茎高	6.903	1.878	995.32	***
ヨシorアイアシ	-21.944	2262.718	0.00	

\*\*\*: P<0.001

以上の結果から、オオヨシキリの営巣環境について以下のことが言える。

- ・オオヨシキリは茎高が高い群落（年による違いはあるが平均 2m 前後）に好んで営巣していると考えられる。また営巣は概ね地面から 1m 前後の位置で行っており、営巣には少なくともこれを越える高さの群落が必要と言える。また、営巣は地面～群落の先端の高さの概ね中間地点で行っているが、増水や上部からの捕食者（カラス等）に対する巣の隠蔽のために、地面あるいは群落上部からある程度離す必要があるためと考えられる。
- ・平成 19 年度以降はアイアシ群落への営巣が増加し、一見アイアシ群落を好んでいるように見えるが、同時期以降にヨシの矮性化が確認されており、このことによりヨシに営巣することが困難になった可能性がある。すなわち、営巣数に大きな減少は認められないものの、潜在的に営巣可能な面積はヨシの衰退により減少している可能性がある。
- ・現地におけるオオヨシキリの営巣箇所は、周囲の植物（ヨシ、アイアシ）より高い場所に営巣している傾向があり、解析で得た茎高は重要であるが、営巣には周囲との茎高の差が影響することが予想される。しかし、これまでに実施した環境モニタリング調査においては、営巣箇所の茎高と周囲の茎高の差を調査していない。その理由として、鳥類は定性的評価を基本方針としており、生物生息モデルを用いた定量的な評価については、平成 22 年度からの後発的な検討だからである。
- ・現状の解析結果からは、茎高のみが有効な結果となっているため、営巣可能場の予測が広範囲になることが示唆される。そのため、モデル化の高精度化が必要である場合、オオヨシキリの生活史を踏まえた調査方法の見直し（茎高の差など）が必要と言える。

### 6.4.3 上位捕食者（アシハラガニ属）の生息要因について

底生動物の生息環境について、6.2.1 で示したが、それらを捕食する上位捕食者として、アシハラガニ属（ヒメアシハラガニ、アシハラガニ）が吉野川河口域で数多く確認されている。それらの生息要因を抽出した。

#### 1) 用いたデータ・解析手法

- ・底生動物の指標種調査結果のうち、指標種以外の底生動物に関してもデータが整理されている平成19年～21年のデータを用いて解析を行った。
- ・3年間の調査では、肉食性が強い甲殻類として、ガザミ、タイワンガザミ、フタバカクガニ、ヒメアシハラガニが確認されている。このうち数多く確認されているヒメアシハラガニとアシハラガニを用いて解析を実施した。（他3種はガザミ、タイワンガザミが1箇所、フタバカクガニが8箇所を確認されている）
- ・従属変数：ヒメアシハラガニ、アシハラガニの確認の有無
- ・独立変数：標高、含泥率、流路側 or ワンド側（流路側を1）、湿性植生の有無、各地点で確認された餌となり得る軟体動物、甲殻類の Shannon-Wiener の多様度指数H'の5つ。
- ・モデル作成に当たっては変数減少法により変数選択を行った。

(参考) Shannon-Wiener の多様度指数H

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2 p_i$$

S: 群集に含まれる種の数  
 p<sub>i</sub>: 種 i の個体数が、群集の全個体数に占める割合

#### 2) 結果及び考察

以下に、変数選択の結果を示す。

ヒメアシハラガニ				アシハラガニ					
	Estimate	標準誤差	オッズ比	P値		Estimate	標準誤差	オッズ比	P値
(Intercept)	-4.2026	0.337146		***	(Intercept)	-3.7706	0.3531		***
含泥率	0.02233	0.0061	1.02	***	標高	0.6189	0.2269	1.86	**
個体数	0.004806	0.00209	1.00	*	湿性植生	1.8777	0.2652	6.54	***

\*\*\*: P < 0.001, \*\*: P < 0.01, \*: P < 0.05

- ・ヒメアシハラガニ：標高、流路側 or ワンド側（流路側を1）、湿性植生の有無は変数として選択されなかった。すなわち、ヒメアシハラガニの分布に相関がないと考えられる。
- ・含泥率及び甲殻類の個体数は、ヒメアシハラガニの分布にいずれも有意な正の効果がある。すなわち、捕食性の強いヒメアシハラガニは甲殻類等の多様性が高く、含泥率が高い箇所に好んで生息していると考えられる。
- ・アシハラガニは標高がより高い箇所、湿性植生が存在するところを好み、甲殻類の個体数は有意な効果が確認されなかった。

#### 6.4.4 ヨシの矮性化

ヨシの矮性化と基盤環境の関係について検討した結果を以下に示す。解析は、ヨシ群落 25 地点において平成 18～21 年度にかけて計測した、ヨシの密度（基本数）、幹径、茎高のデータ及び同一地点で計測されている地盤高、含泥率のデータを用いている。図 6-44 にヨシの茎数、茎径、茎高の平均の経年変化を示す。

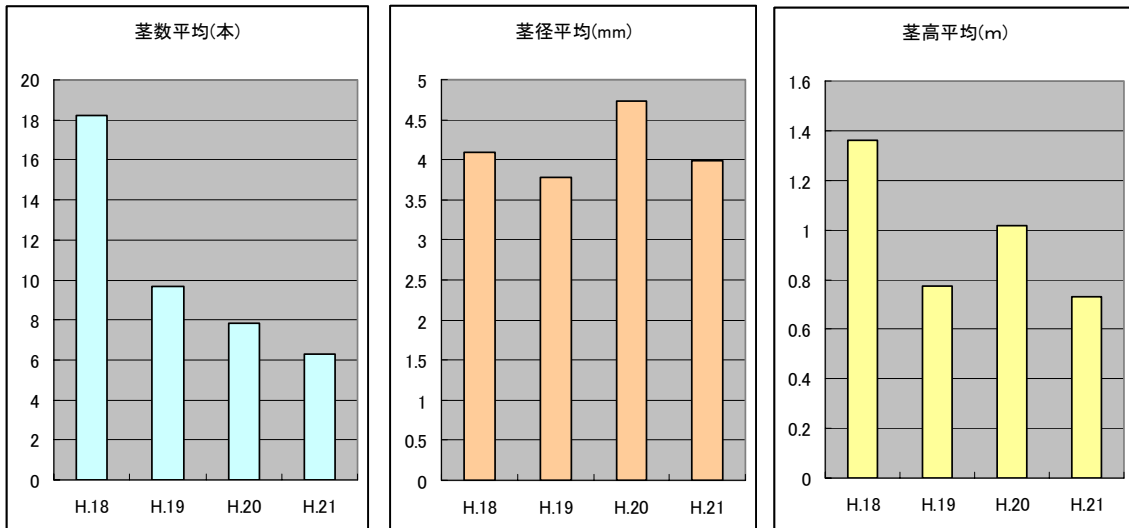


図 6-44 ヨシの茎数、茎径、茎高平均の経年変化

ヨシの密度・草丈・幹径と基盤環境の関係について、ヨシの密度・草丈・太さを従属変数、標高、含泥率、および年（年により密度、幹径が異なるため追加）を独立変数として重回帰分析を実施した。モデル作成に当たっては変数減少法により変数選択を行った。結果を以下に示す。

ヨシの密度(茎数)				ヨシ茎径				ヨシ茎高			
	Estimate	標準誤差	P値		Estimate	標準誤差	P値		Estimate	標準誤差	P値
(Intercept)	91.67	7.34	***	(Intercept)	2.04	0.69	***	(Intercept)	3.18	0.74	***
標高	-6.16	1.59	***	標高	0.99	0.38	*	標高	0.24	0.16	
含泥率	-0.03	0.01		含泥率	0.01	0.003	***	含泥率	0.002	0.001	
年	-3.61	0.33	***					年	-0.14	0.03	***

\*\*\* : P<0.001, \*\*: P<0.01, \*: P<0.05

ヨシの密度、草丈については年による変化が大きいため、「前年の値-調査年の値」のように差分をとり、重回帰分析を行った。ヨシの密度・草丈の前年の値-調査年の値を従属変数、地盤高、含泥率の前年の値-調査年の値を独立変数として解析を行った。モデル作成に当たっては変数減少法により変数選択を行った。検討結果を以下に示す。

ヨシの密度(茎数)(差分)				ヨシ茎高(差分)			
	Estimate	標準誤差	P値		Estimate	標準誤差	P値
(Intercept)	3.86	0.49	***	(Intercept)	0.17	0.06	***
標高	-14.12	4.46	***	含泥率	-0.006	0.004	
含泥率	-0.09	0.04	***				

以上の結果から、経年的な減少が著しいヨシの密度については標高が有意な影響（負の効果）を与えていると言える。

前年からの差分を取った値で解析を行うと、標高の差に強い負の効果、含泥率の差に弱い負の効果が認められる。（標高の差、含泥率の差が小さい（前年より値が大きい）ほど、密度の差が大きくなる（前年より減少が大きい）傾向）

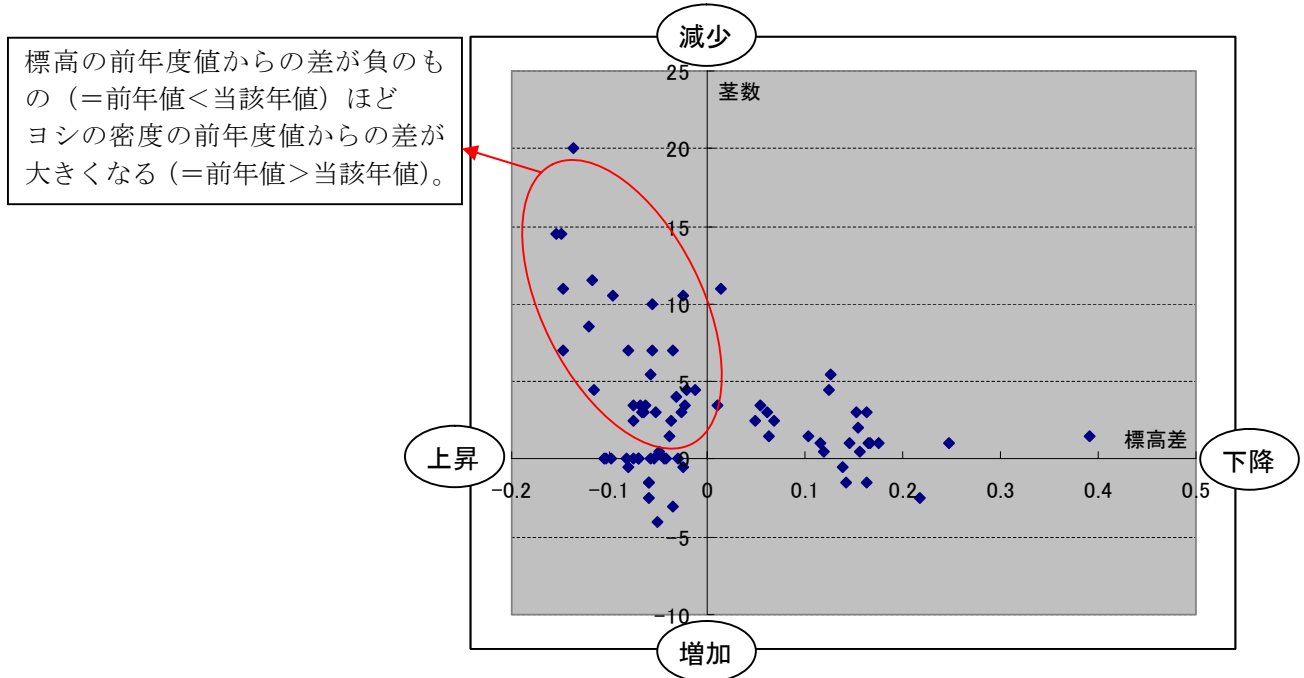


図 6-45 標高の差と密度（茎数）の差の散布図

- ・ヨシの茎径について、標高、含泥率が有意な効果（いずれも弱い正の効果）を与えている。
- ・ヨシの茎高について、標高、含泥率ともに有意な効果は認められなかった。
- ・標高については大きな変化は無いものの、矮性が認められた平成 19 年度に引き続き、平成 20 年度もほぼ全地点で上昇が認められている（平成 21 年度はやや低下傾向）。標高と含泥率に限った解析ではあるが、経年的な減少が著しいヨシ密度については標高の有意な負の効果が確認されており、このことから標高の上昇が矮性化の一因となった可能性が考えられる。
- ・標高の上昇の原因は、様々な要因によってもたらされるが、特に平成 19 年度から台風などによる顕著な出水が無いことが原因と考えられる。現地においても河口干潟の陸地化が見られており、洪水の大出水によって土砂流出が無く、波浪や潮流によって漂砂が流入したと考えられる。
- ・吉野川河口の生態系は、定期的な出水に伴う攪乱作用によって形成されると考えられ、近年はその現象が消失していたために矮性化に影響した可能性がある。
- ・ただし、ヨシの生育モデルには問題点があるものの、標高の平均はいずれの年も選好範囲内となっている。ヨシ群落の衰退については他にも様々な原因（水位変動、硫化物濃度の上昇、塩分濃度の上昇等）が知られており、複合的な要因が関係している可能性も考えられる。

#### 6.4.5 ヒナノズキンガイ

平成 22 年度に実施した底生生物調査のうち、秋季調査（9 月）に実施したウモレマメガニ広域調査においてヒナノズキンガイ（写真 6-2）を 1 個体発見した。同種は、WWF Japan の選定状況では絶滅種とされており、極めて希少な生物である。また、寄生する生活史を有しており、吉野川河口域においてトゲイカリナマコに寄生した状態で発見した。発見した位置を図 6-46 に示す。



写真 6-2 ヒナノズキンガイ

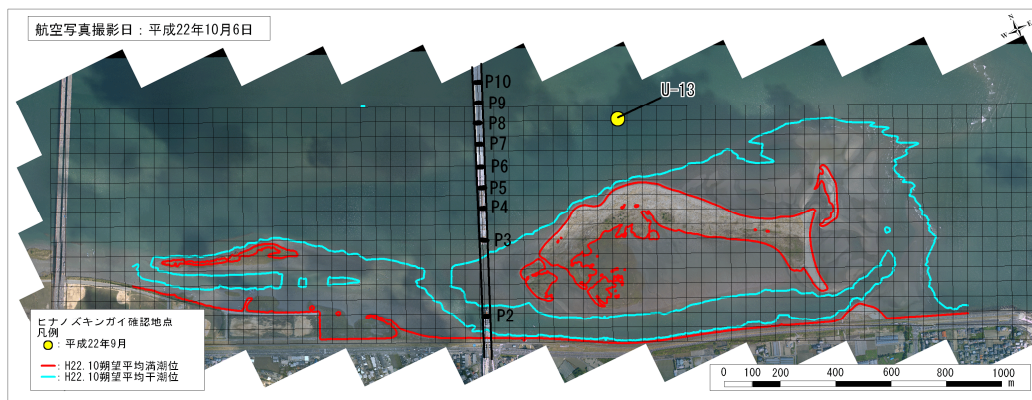


図 6-46 ヒナノズキンガイの確認地点

環境モニタリング調査の底生生物調査にて、トゲイカリナマコ (*Protankyra bidentata*) とイカリナマコ科 (*Synaptidae*) の生息を確認している。ヒナノズキンガイの寄主が何であるかという点は、評価をするために極めて重要かつ慎重になる点であると言えるが、確認できたトゲイカリナマコとイカリナマコ科の生息分布状況を図 6-47 と図 6-48 に示す。また、第 5 章で示した地形変動解析の結果を図 6-49 に示す。

同定が不完全なイカリナマコ科は、橋脚周辺部を含めて吉野川河口域に広く分布して生息しており、寄主であるトゲイカリナマコも広く分布していることが分かる。

ヒナノズキンガイの生活史は不明であるが、調査の結果からは、トゲイカリナマコに寄生していたこと、工事箇所から 400m 下流の流路側（潮下帯）において発見したこと、地形変動解析の結果（流量約 10,000m<sup>3</sup>/s）では、比較的橋脚の影響があると想定される場所に生息している可能性があることが分かった。



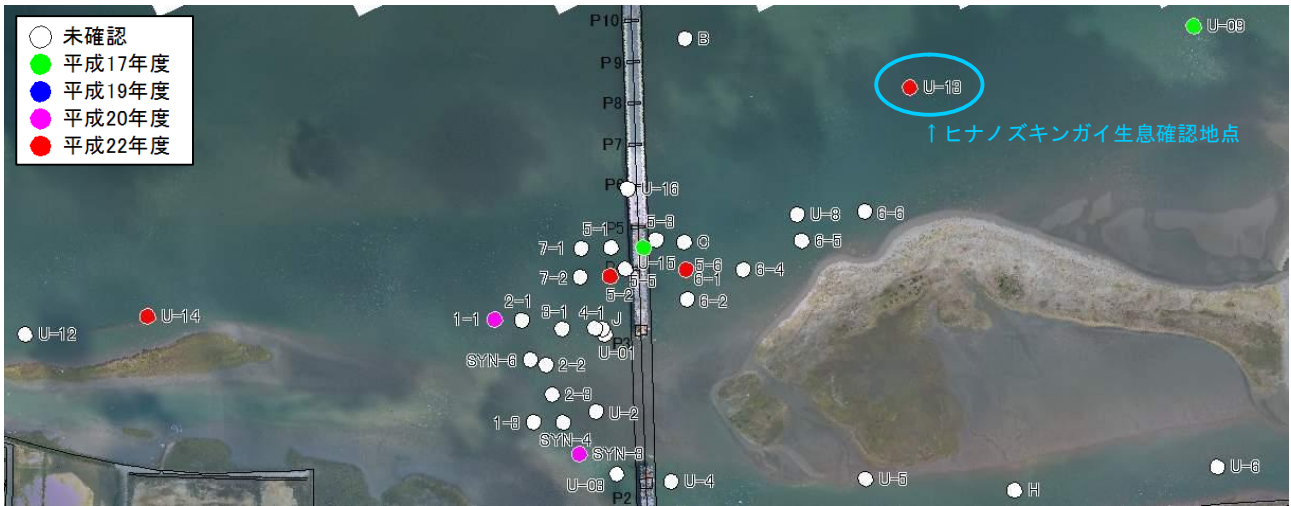


図 6-47 トゲイカリナマコの生息分布図



図 6-48 イカリナマコ科の生息分布図

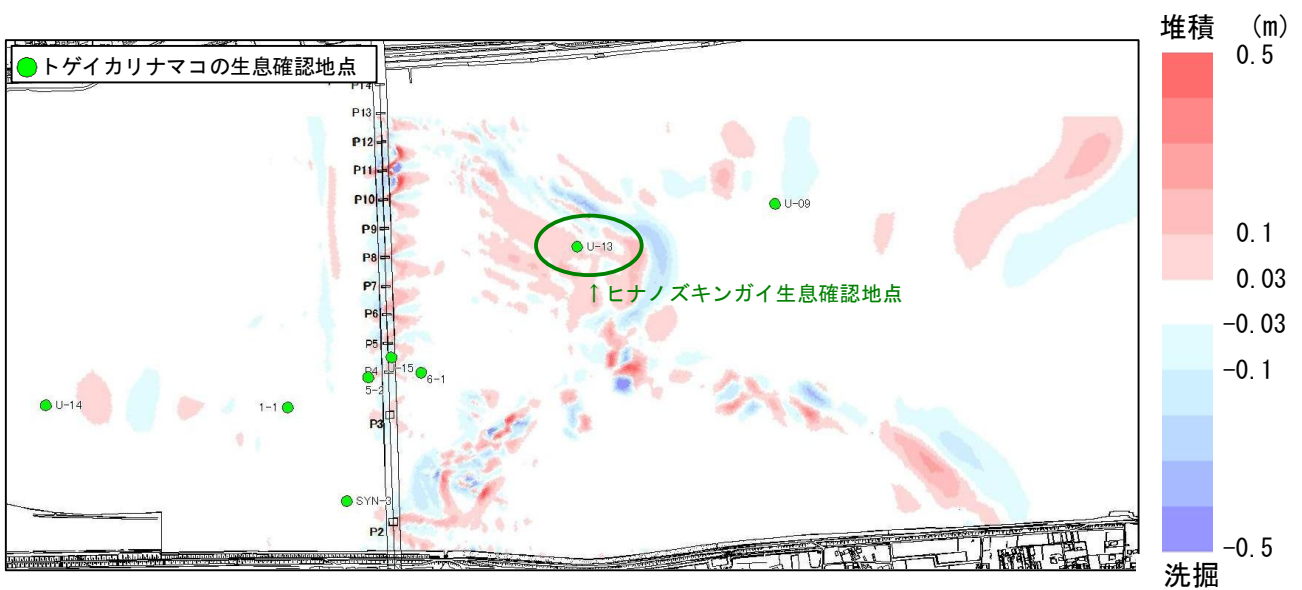


図 6-49 約 10,000m<sup>3</sup>/s 規模の流量に対する橋脚の有無の地形変動の差 (台風 0410 号: 流量 10,518.8m<sup>3</sup>/s)