

■ 第5章 生物生息・生育環境定量評価

5.1 概要

第3章では、吉野川河口域に生息・生育する底生生物のうち、6種の底生動物の生息モデルとヨシの生育モデルを構築した。

第4章では、吉野川河口域の洪水時の出水に着目した地形変動解析を行い、吉野川河口域の物理環境特性を検討した。

ここで、橋脚が建設された以降の環境モニタリング調査においては、流れ場などの物理環境が変化すること以外に、発生した全ての自然現象の影響を受けた結果であると言える。すなわち、橋脚建設以降の環境モニタリング調査結果は、純粋な橋脚の有無の差を見いだすことはできず、その差は数値解析を用いた机上でしか評価することができない。これを踏まえると、地形変動解析で得られる橋脚の有無による物理環境の変化に生物モデルを応用することで、橋脚の有無による底生生物への影響を検討する必要がある。

本章では、以下の図5-1で示すように、生物モデルと物理モデルを接続し、底生動物とヨシへの定量的な影響を検討した結果を述べる。

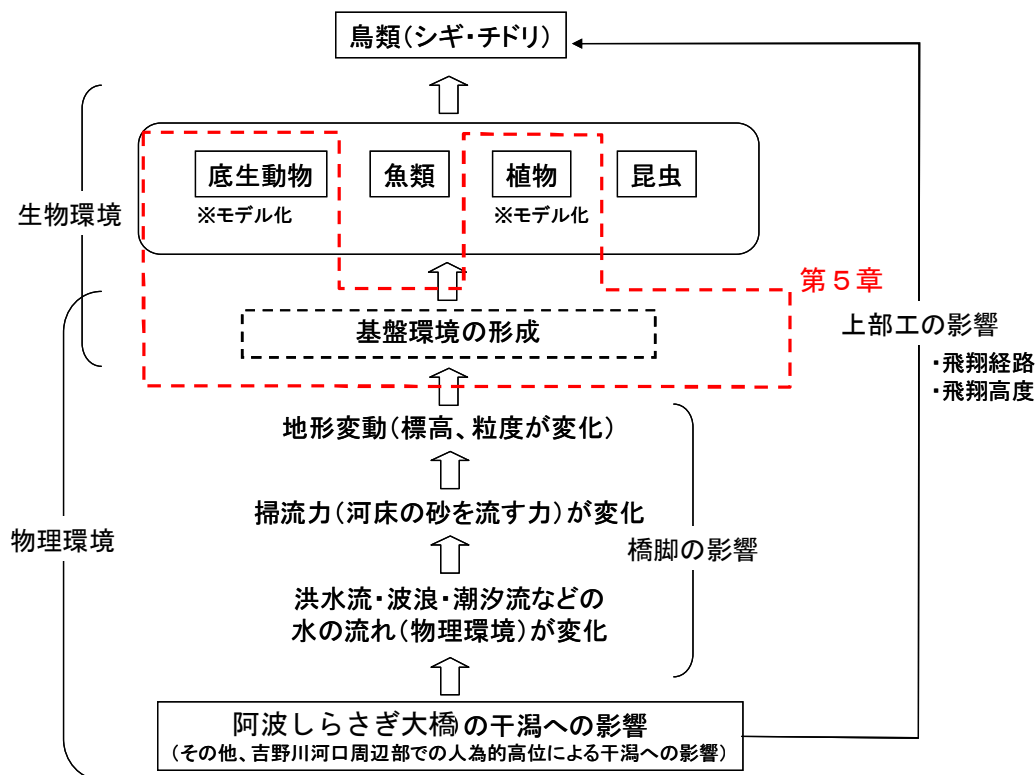


図5-1 橋梁の建設に伴う物理環境、生物環境の変化の流れ

5.2 評価方法

自然現象を考慮しない、純粋な橋脚の有無による吉野川河口域に生息する底生生物への影響を定量的に評価するためには、生物モデルと物理モデルを組み合わせる必要がある（図 5-2）。

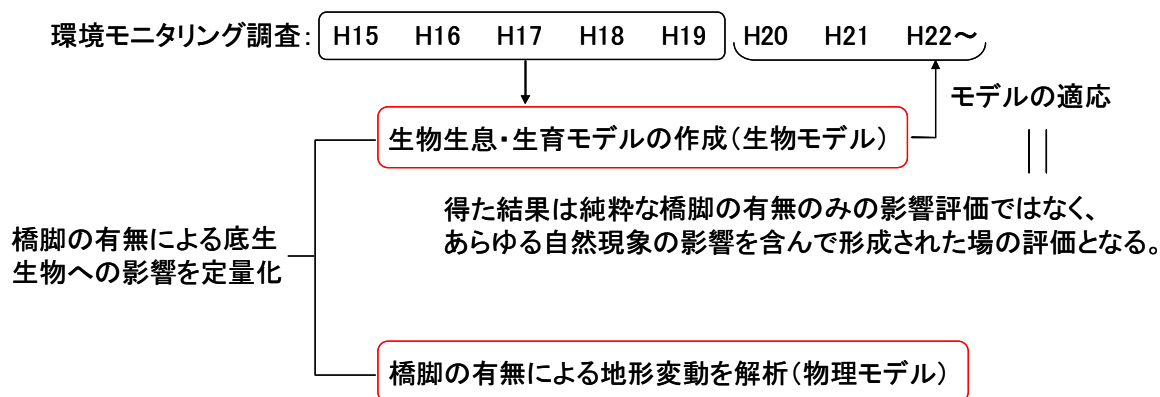


図 5-2 生物モデルと物理モデルの組み合わせ

ここで、底生動物とヨシの生物モデルは、含泥率と標高を用いた選好度で作成しているが、地形変動解析では解析後の標高を把握できるものの、含泥率を評価することができないことが問題となり、含泥率を把握するための特殊処理が必要となる。

地形変動解析は、洪水に伴う標高の変化と、粒度指標として河床の砂泥を動かす掃流力（底面摩擦速度）から求めた移動限界粒径が把握できる。すなわち、洪水時のデータを用いることと、移動限界粒径から含泥率を推測することが、現状の検討結果を踏まえた生物モデルと物理モデルの結び付けのための必要条件となる。

徳島大学の中野らは吉野川河口域の粒度特性について研究しており、シオマネキやヤマトオサガニなどの泥質を好む種の生息場は二山型の粒度分布となっていること、コメツキガニなどの砂質を好む種の生息場は一山型の粒度分布となっていることを示している。以下に粒度分布の形成の流れを示す。

- 1) 洪水によって、底質の巻き上げと上流部からの微細な底質が河口に流入する。
- 2) 粒径の大きな砂泥が先に沈降し、水中を漂う細かな底質が後に沈降する。これによって台風直後の干潟表層部は平常時より微細な泥質の粒度分布が形成される。
- 3) 海域からの波浪の影響を受けやすい箇所においては、波浪によって砂質の底質が運ばれてくると共に、洪水時に表層に堆積した微細な粒度が巻き上げられて流出する。これによって均一性の高い、砂質の1山型の粒度分布が形成される。
- 4) 波浪の影響を受けにくい箇所（ヨシ原～ヨシ原と護岸の間など）においては、波浪による巻き上げと砂質の底質の流入が発生せず、潮位変動や風によって洪水時に堆積した微細な底質が巻き上がり、少しずつ流出する。これによって2山型の粒度分布が形成される。
- 5) 3) は台風後から数日で、4) は二週間以上で形成される。これが平常時の粒度分布となり、表層の底質を摂食する食性を持つ底生動物に棲み分けが生じる。

平成 15 年度より実施している環境モニタリング調査のうち、台風直後に実施した調査は平成 16 年 9 月に実施された調査のみである（橋脚無し）。また、先に述べた地形変動解析も平成 16 年に発生した台風後の標高と移動限界粒径を把握したものである（橋脚の有無）。図 5-3 に平成 16 年 9 月の環境モニタリング調査地点を示す（全 56 地点）。この調査では、調査地点の含泥率、中央粒径などの粒度指標の実測データを把握している。



図 5-3 環境モニタリング調査地点（平成 16 年 9 月）

図 5-4 に実測の中央粒径と地形変動解析（橋脚無し）で得た移動限界粒径の関係を示す。この結果から、中央粒径と移動限界粒径には相関関係が低い事が言えるため、橋脚有りの解析結果に何らかの相関式を反映して、実測の橋脚有りを推測することができない。

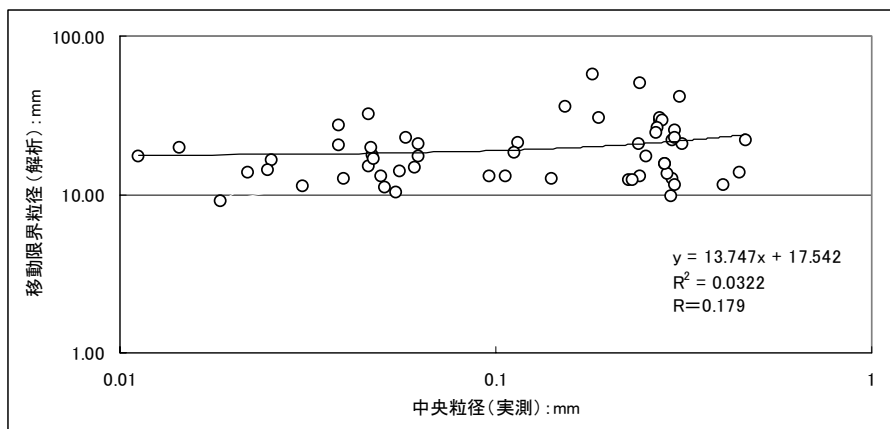
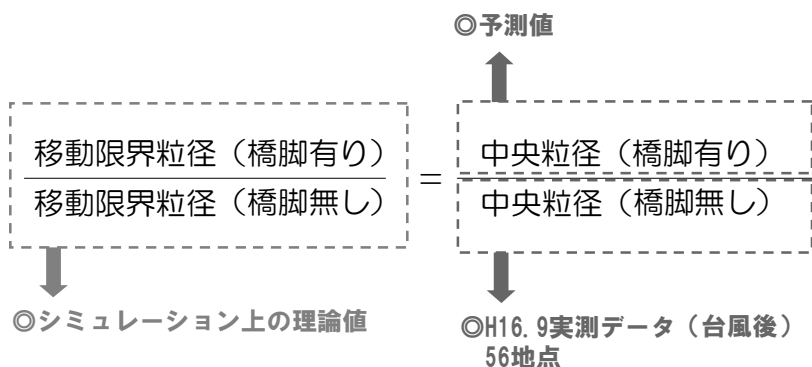


図 5-4 中央粒径（実測）と移動限界粒径（解析）の相関

そこで、以下の仮定を設けた。これは、地形変動解析で得た、橋脚の有無による移動限界粒径の変化割合が中央粒径の変化割合と同じと仮定し、平成 16 年 9 月の台風後の調査データ（橋脚無し）の中央粒径の実測データに適応して、橋脚が有る場合の中央粒径を推計するものである。



以上を踏まえ、図 5-5 に地形変動解析に作成した生物生息・生育モデル（選好度）を応用させて、橋脚の有無による底生動物への影響を定量的に評価する流れを示す。このとき、平成 16 年 9 月の環境モニタリング調査の実測値から含泥率と中央粒径の相関式を求めており、これによって橋脚の有無による中央粒径から含泥率を推計している。

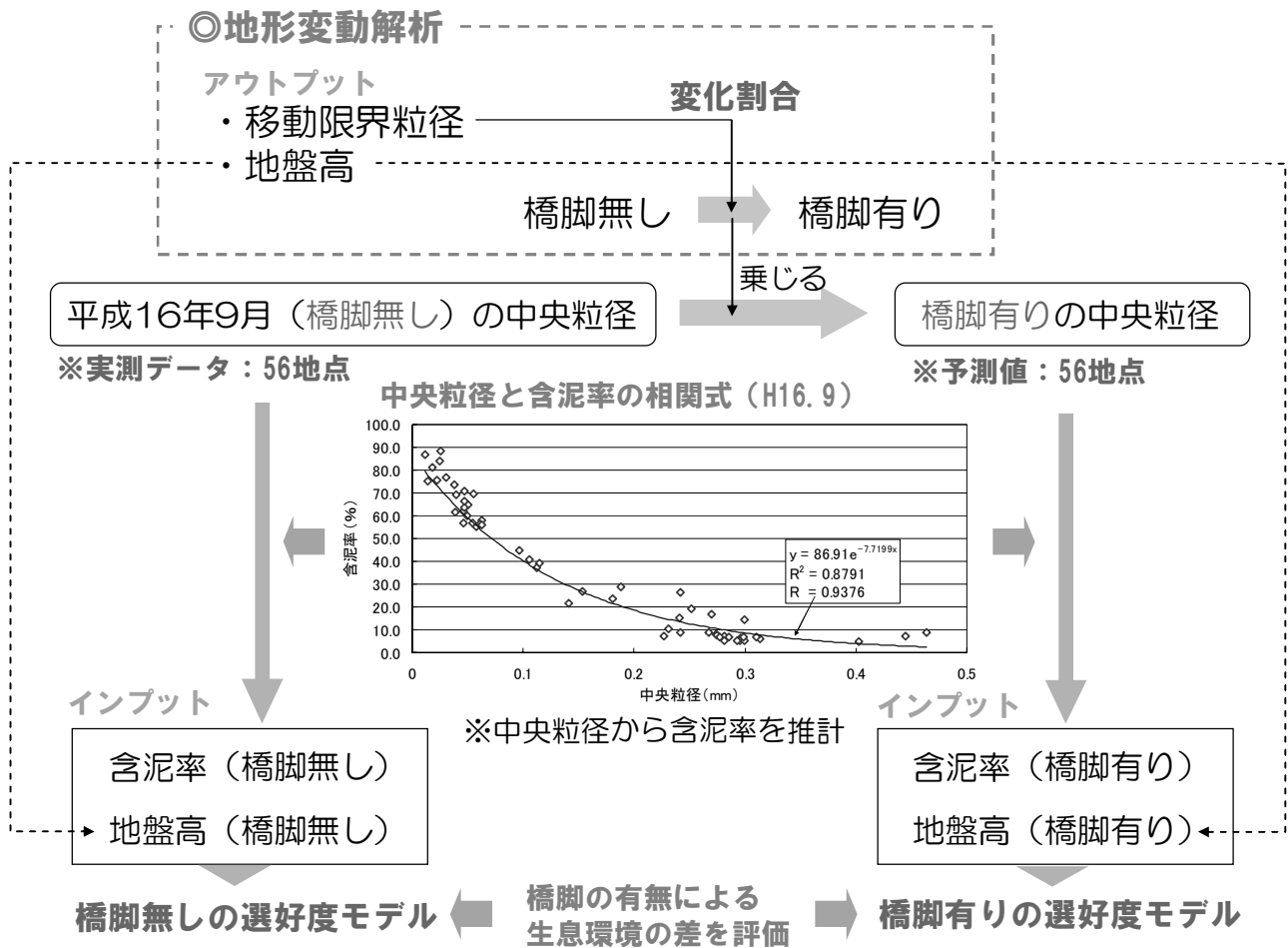


図 5-5 橋脚の有無による選好度の評価方法

5.3 結果

地形変動解析（物理モデル）から橋脚の有無による吉野川河口域の物理環境特性（標高、移動限界粒径）を把握し、橋脚の有無による移動限界粒径の変化率が中央粒径の変化率として成立する仮定を踏まえて、生物生息・生育モデル（生物モデル）に応用させた結果を表 5-1 と表 5-2 に示す。

前述の地形変動解析の結果からは、洪水時の出水においても橋脚の有無による地形変化が軽微であるため、物理指標が大きく変化する結果ではなく、選好度を用いた含泥率と標高への影響が少ないと言える。すなわち、生息可能場として評価した結果に大きな変化が見られない。ただし、台風 16 号においては、フトヘナタリガイの生息可能場数が 8 箇所から 6 箇所に減っているが、その他の種の生息可能場数は増えている。

ヨシの結果を見てみると、出水によって生育可能場が 16～18.5%程度減少する結果を得た。

表 5-1 橋脚の有無の影響比較（底生動物）

単位：地点

指標種	生息可能場数(全56地点中)				平成16年9月調査 実在数
	流量約10,000m ³ /s(H16台風10号規模)		流量約14,000m ³ /s(H16台風16号規模)		
	無し	有り	無し	有り	
コメツキガニ	9	11	10	10	13
シオマネキ	20	19	19	20	11
チゴガニ	22	21	22	22	9
フトヘナタリガイ	7	9	5	7	1
ヘナタリガイ	17	19	17	19	1
ヤマトオサガニ	17	17	17	17	20
合 計	92	96	90	95	55

表 5-2 橋脚の有無の影響比較（植生：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 ³ /s(H16台風10号規模)		流量約14,000m ³ /s(H16台風16号規模)		
	無し	有り	無し	有り	
ヨシ	28	26	26	24	10

この結果のうち、平成16年度の台風16号規模の出水が生じた時の結果に、平成16年9月に実施した環境モニタリング調査における確認調査地点を合わせて図5-6～図5-12に示す。

- ・地形変動解析結果（H16.3.10の地形データに、台風10号（H16.8.10）→台風16号（H16.8.30）通過後の結果を解析）
- ・環境モニタリング調査（H16.9.11～13）
- ・航空写真（H16.10.14）

表示した結果の前提として、底生動物の生息可能場を評価するための選好度モデルは、正解率が高く、評価に有効であると考えられる（表3-8）が、地形変動解析の結果は実測の地形データと異なっている（図4-21）。また、平成16年9月に実施した環境モニタリング調査の結果は、台風後の調査ではあるが、橋脚の影響だけでなく、様々な自然現象（平常時の波浪や潮流など）によって形成された結果を計測している。すなわち、机上で橋脚の有無のみを評価した結果と、現実の調査結果には乖離が生じるため、示した図は検討結果の再現性を評価するものではない。

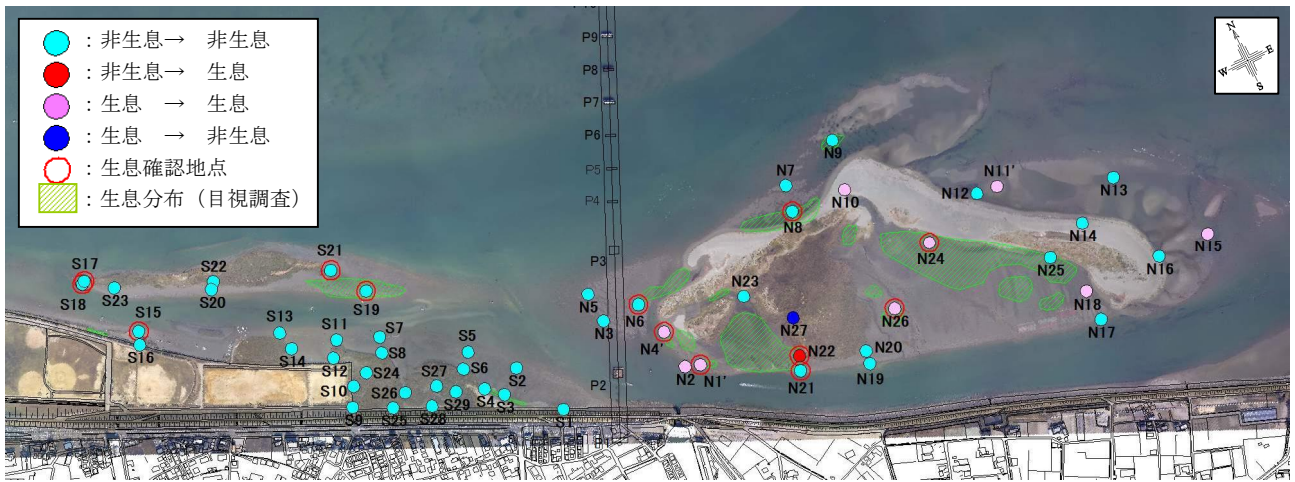


図 5-6 コメツキガニの生息可能場数の変化

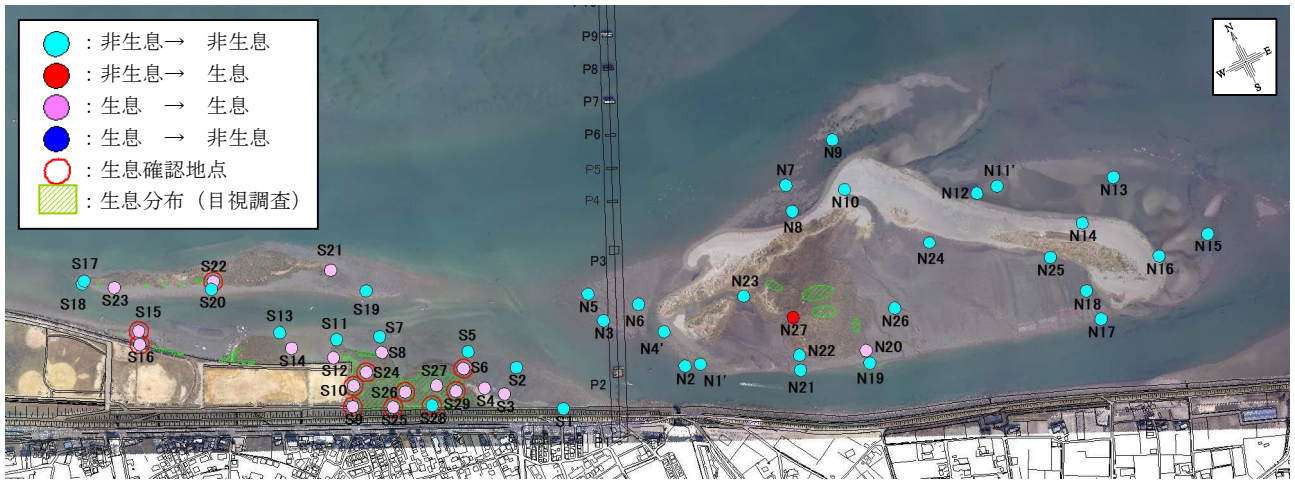


図 5-7 シオマネキの生育可能場数の変化

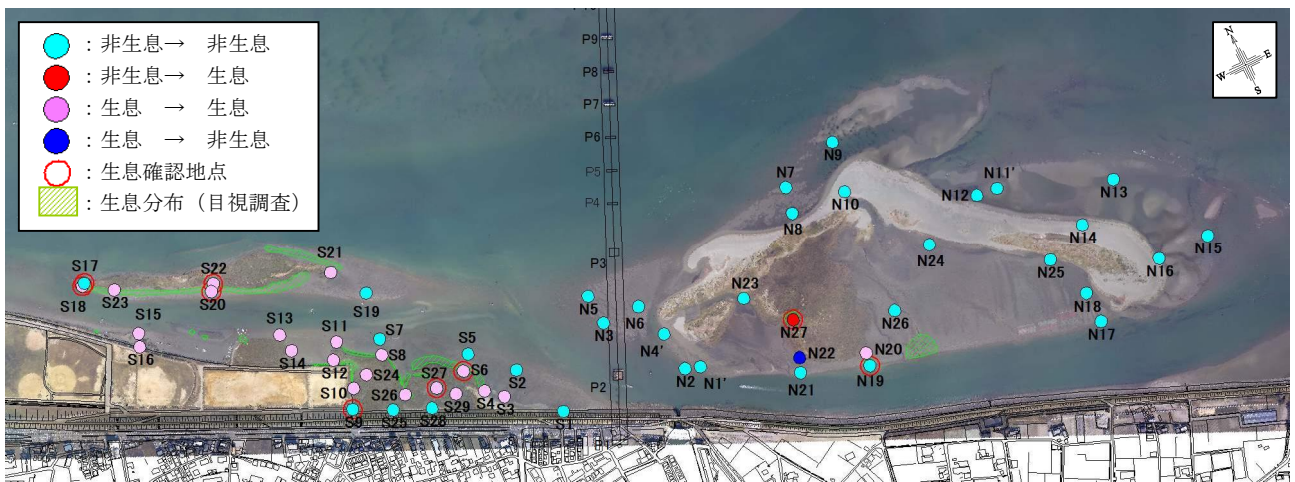


図 5-8 チゴガニの生育可能場数の変化

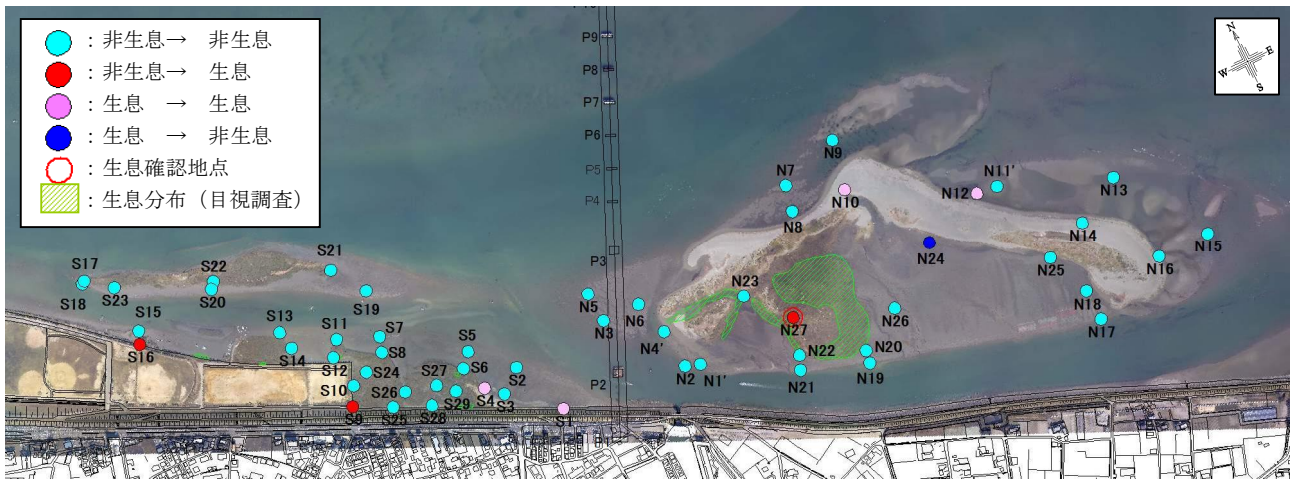


図 5-9 フトヘナタリの生息可能場数の変化

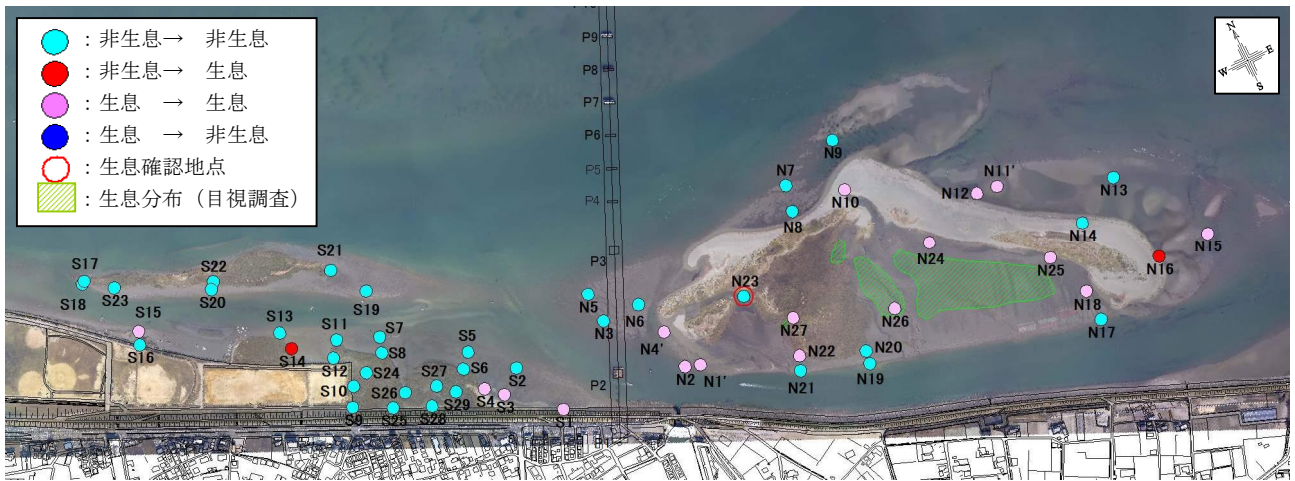


図 5-10 ヘナタリの生息可能場数の変化

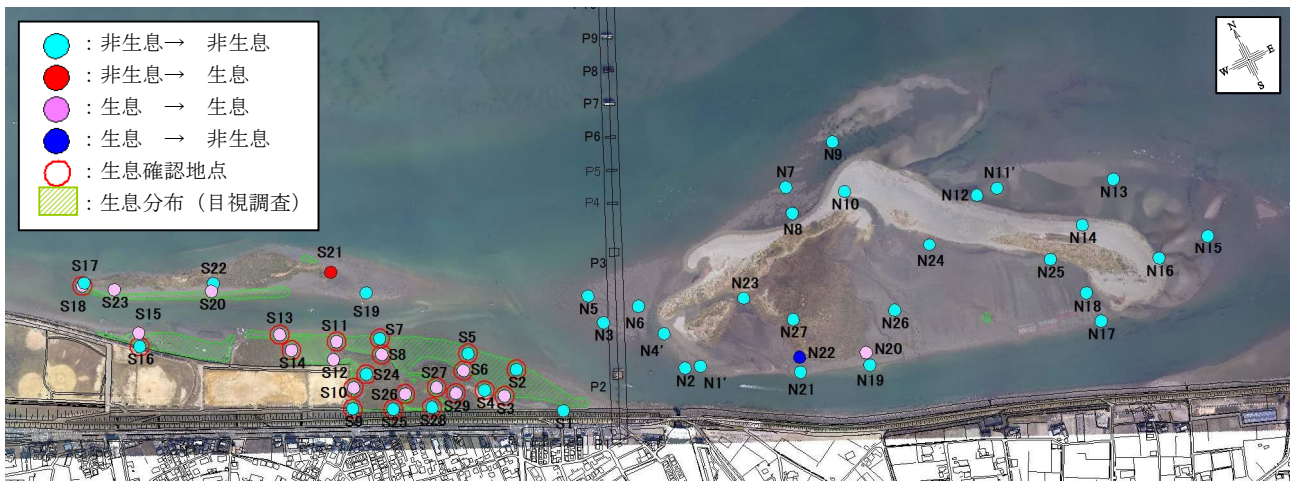


図 5-11 ヤマトオサガニの生息可能場数の変化

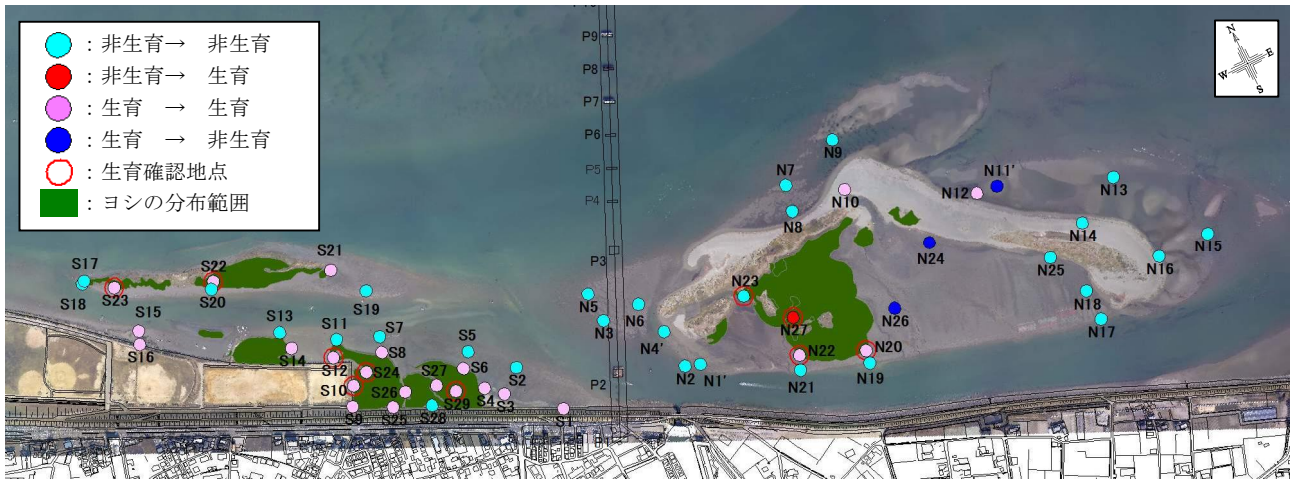


図 5-12 ヨシの生息可能場数の変化

5.4 考察・課題

本事業に伴う、吉野川河口域に生息する底生生物への影響を定量的に評価するにあたって、様々な条件を踏まえて検討した。以下にそれらを整理して示す。

<生物モデル> (第3章に詳細を示している。)

- ・ロジスティック回帰で標高と含泥率を選択し、選好度を用いてモデルを構築した。
- ・平成 15～19 年度に実施した環境モニタリング調査の結果を用いている。
- ・モデルの精度（正解率）は高く、生息可能場の評価に有効であると考えられる。
- ・ただし、構築したヨシの生育モデルは、生活史を踏まえると標高と含泥率で評価しきれものではないことが示唆される。

<物理モデル> (第4章に詳細を示している。)

- ・平成 16 年度に発生した台風の出水に伴う地形変動を解析した。
- ・橋脚の有無による地形変動の差を解析した。
- ・橋脚の有無によって、出水後の干潟面積に差が生じており、その差は約 10,000m³/s の出水があった場合に 0.12% の増加、約 14,000m³/s の出水で 0.37% の増加となる結果を得た。
- ・地形変動解析からは、標高の変化と粒度指標として移動限界粒径を予測することができる。
- ・台風後の実測と解析結果には差が生じるため、高い再現性には至らない。

<生物モデルと物理モデルを結び付ける時の仮定> (本章に詳細を示している。)

- ・平成 15 年度から実施している環境モニタリング調査のうち、台風直後の調査は平成 16 年 9 月の調査分のみ、地形変動解析は平成 16 年の台風の影響を解析しており、平常時の地形変動はほぼ無いという条件から、橋脚の有無による影響の検討は平成 16 年 9 月の環境モニタリング調査結果に対してのみ有効となる。
- ・生物モデルは、標高と含泥率で構築されており、物理モデルでは標高を推測できるが、含泥率を把握することができない。そのため何らかの仮定を設けて、移動限界粒径から含泥率を推測する必要がある。
- ・その仮定として、橋脚の有無による移動限界粒径の変化率が、橋脚の有無による中央粒径の変化率と同じとした。その変化率を平成 16 年 9 月の環境モニタリング調査で得た中央粒径（橋脚無し）に乗じることで、橋脚有りの中央粒径を推計した。
- ・平成 16 年 9 月の環境モニタリング調査で得た中央粒径と含泥率から相関式を求め、それを用いて橋脚の有無の含泥率を推計した。

<事業の生物生息・生育環境定量評価における課題>

- ・生物モデルは選好度を用いており、再現性は高いものの、評価した場の在・不在を評価のみで潜在性を評価することができない。これを改善するために、より高度なモデルを用いる必要がある。
- ・過去に地形変動解析の結果を示した時点で、平常時の地形変化はほぼ無く、出水時において橋脚の影響が表れる結果を得ていた。そのため、環境モニタリング調査で橋脚の有無による影響に注視した内容の調査を実施しておく必要があったと言える。
- ・現状の地形変動解析の精度を改善することで、影響の実態をより精度良く評価できると考えられる。
- ・地形変動解析は、平成 16 年に発生した台風に着目しており、台風時の出水前後を解析している。すなわち、台風通過後の平常時を解析していない。吉野川河口の泥場では、台風通過後、2 週間程度で平常時の粒度に変遷する特性を有しており、平常時に注目した評価を実施する上では解析時間を増やし、台風通過後から平常時に至るまでを検討する必要がある。しかし、3つの台風の影響を踏まえた結果を算出するために 15 日以上計算時間を要する。この所要時間は、解析の安定性がある程度確保され、スムーズに進行した場合である。実際には、パラメータ等の準備作業を行う必要があるため、大容量、高速の電算機を使用する必要がある、現実的には不可能であったと言える。
- ・生物モデルには、環境モニタリング調査で簡易的に把握できる指標として、標高と含泥率を用いているが、その他の物理指標として、粒度の形成に関係性の高い波浪や潮汐流などを導入することで、数値解析の結果に対して仮定を設けず直接的に定量評価が可能になることが示唆される。
- ・平成 16 年 9 月の調査データのみしか使えないため、全 56 地点の評価しかできていない。これを改善するためには、数値解析で得ることのできる物理指標（標高や波高など）のみで生物モデルを構築する必要がある。そうすることで、解析範囲全体（解析のメッシュ数）の生息・生育可能場の評価が可能になると考えられる。
- ・ヨシの評価の結果では生育可能場数が増える結果を得たが、標高と含泥率の選好範囲が広く、吉野川河口の泥分の多い潮間帯であればどこでも生育可能としているモデルであるため、定量評価として不適である結果を得た。ヨシの生育モデルは、科学的知見と生活史を踏まえて実態が把握可能な生育モデルの構築とそのモデルが地形変動解析の結果と組み合わせできるかどうか課題と言える。