

ミサゴの捕食行動と河川の物理指標との 重ね合わせ解析・評価について

Overlay analysis and evaluation of predation behavior of Osprey and physical indicators for rivers

研究第一部 主任研究員 辻 光浩
研究第一部 次 長 勢田 昌功
研究第四部 研 究 員 藤本 真宗
(株)建設技術研究所 野口 将之
(株)建設技術研究所 土井 康義

本稿は、信濃川下流域に位置する大河津分水路の大河津可動堰改築事業での調査を基に、猛禽類であるミサゴの捕食行動と河川の物理指標との重ね合わせ解析を行い、そこで得られた新たなミサゴの知見について報告するものである。

この結果、水の濁りと探餌場所（河川、海域、陸域の溜池等）の関係、水の濁りと河川の各区間の捕食行動との関係、河川の各区間の環境特性、餌環境と捕食行動との関係、及び水深、流速とハンティング位置との関係について、ミサゴの新たな知見を得ることが出来た。

キーワード：環境影響評価、生態系、上位性、猛禽類、ミサゴ、信濃川、大河津分水路、大河津可動堰

This paper reports on new findings about Osprey, a bird of prey species, gained from predation-behavior overlay analyses conducted on the basis of survey results obtained from the Okotsu Movable Weir Reconstruction Project of the Okotsu Diversion Channel located in the lower reaches of the Shinano River.

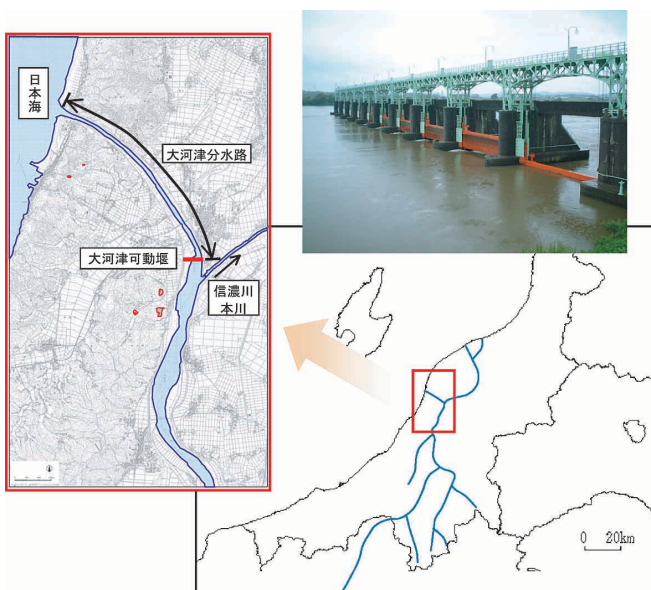
From the analyses, additional knowledge has been gained about the relationship between water turbidity and food-seeking areas (e.g., rivers, sea areas, inland reservoirs), the relationship between water turbidity and predatory behavior in different river sections, the relationship between the environmental characteristics and food environment characteristics of different river sections and predatory behavior and the relationship between water depth and flow velocity and the hunting location.

Keywords : environmental impact assessment, ecosystem, superiority, bird of prey, Osprey, Okotsu Diversion Channel, Okotsu Movable Weir

1. はじめに

これまでの猛禽類に対する環境影響評価^{1)~4)}は、河川の中流、上流域に位置するダムや堰におけるものがほとんどであり、対象とする猛禽類はイヌワシやクマタカ、オオタカといった山岳～丘陵地に生息する種がほとんどであった。これらの種については、すでに評価手法も体系化されており、評価マニュアルも存在している。しかしながら、今回注目したミサゴについては、環境影響評価の対象となった事例がほとんどなく、調査及び評価手法について体系的に整理されたものは存在しない。

そこで、下図の信濃川の大河津分水路にある可動堰の改築事業にて行う環境影響評価に準拠した環境調査において、注目したミサゴの捕食行動と水深、流速、水の濁りなど河川の物理指標との関係の解析手法と解析により得られた知見について報告するものである。



図一 大河津可動堰位置図

2. 解析の経緯

2-1 事業における本解析の位置づけ

大河津可動堰は、信濃川と大河津分水路の分派点に位置し、昭和6年に完成して以来、洗堰とともに大河津分水の根幹的施設（分流制御施設）として、治水、利水機能等に大きな役割を果たしている。しかし、設置後70年以上経過し、施設本体の老朽化が顕著となったことから、改築事業が進められている。

本報告は、可動堰改築事業に伴う環境への影響を予測評価するために実施した調査・検討のうち、生態系上位性の注目種ミサゴに関する部分を対象としている。

本調査地域におけるミサゴは、大河津分水路の河口部及びその沿岸、大河津分水路、可動堰周辺を狩場として利用し、周辺の丘陵地を営巣地としている。

今回の事業によるミサゴへの影響は主に捕食行動に対するものと考えられる。(図-2)

このうち、①濁水の発生による捕食行動の阻害と②水深、流速の変化による狩場環境の変化に注目した。

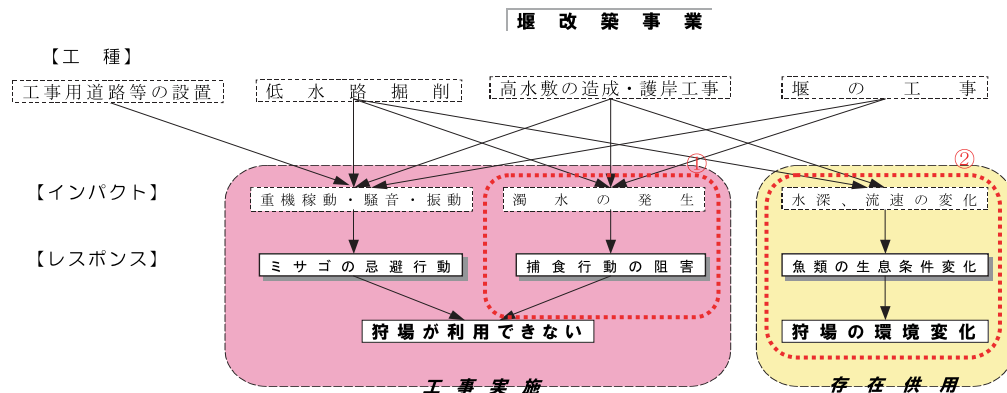
①の濁水の発生は、餌動物である魚の発見を妨げることとなり、②の水深、流速の変化は、餌となる魚類の生息状況にも変化をもたらすと考えられるからである。しかし、①②に伴う魚類の分布、生息状況の変化については予測も不確実性が高い。

そこで、水の濁りや水深、流速等を指標として捉え、その変化の有無や程度をもって予測評価する方針とした。

なお、騒音・振動に対するミサゴの忌避行動については、正確な予測を行うことが困難であることから本稿では対象としない。

2-2 解析の概要

これまでの知見では、水の濁り、水深、流速等の物理指標がミサゴの捕食行動場所と関係しているかどうかは、明らかになっていない。



図二 堰改築事業によるインパクトレスポンス図

そのため、予測評価を行う前に次の関係を解析することとした。

- ① 水の濁りと探餌場所（河川、海域、陸域の溜池等）との関係
- ② 水の濁りと河川の各区間の捕食行動との関係
- ③ 河川の各区間の環境特性、餌環境と捕食行動との関係
- ④ 水深、流速とハンティング位置との関係

手順は、定点観察調査により、工事前におけるミサゴの捕食行動の利用場所を重点的に調査し、合わせて調査区間の水深、流速、水の濁りなどの物理環境を整理した。これらの結果を重ね合わせることで、利用場所がどのような物理環境であるかを把握した。

3. 調査内容

3-1 調査時期・調査頻度・調査日数

調査時期は、平成14年と16年の2ヵ年とし、それぞれ、1月～12月に月1回、連続3日間の調査とした。

3-2 調査範囲・調査定点

調査範囲は、平成14年調査では分水路河口部（海岸部含む）～馬越島下流付近まで、平成16年は調査範囲を上流部に広げ、分水路河口部（海岸部含む）～与板橋付近までとした。調査定点は、10地点を基本とし、調査範囲全域のミサゴの行動を見落としなく確認できるように配置した。調査範囲を図-3に示す。

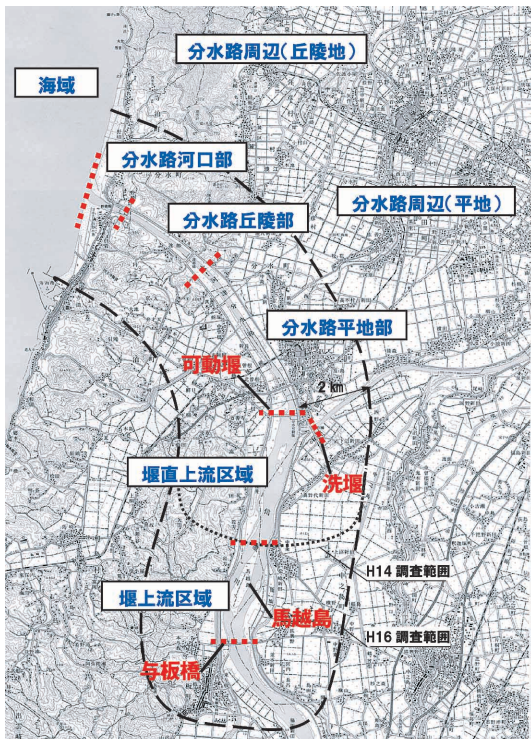


図-3 調査範囲図

また、この調査範囲を便宜上、河川、海域、陸域（溜池等）に区分し、陸域についてはさらに平地部と丘陵部の2つに、河川については、ミサゴの利用環境の特性（地形、水面幅、水深、流速等）を勘案して5つに区分した。以上の考えのもとで、調査範囲を以下の8つに区分した。

表-1 調査区間一覧

環境	調査区間
海域	海域
河川	分水路河口部
	分水路丘陵部
	分水路平地部
	堰直上流区域
	堰上流区域
陸域	分水路周辺丘陵地
	分水路周辺平地

3-3 調査の視点・方法

解析・評価を行うため、定点観察調査によって飛翔の軌跡だけでなく、探餌やハンティングといった捕食行動、特に捕食行動の利用場所とその回数、ハンティング成功回数を把握するように努めた。また、ハンティングに成功した場合は、可能な限り餌情報の取得に務めた。

3-4 捕食行動の集計方法

捕食行動の回数は、前節で定義した8区間ごとに集計した。このうち探餌行動については、区間をまたいで観察されることがあるため、探餌回数の集計方法を以下のように定義した。

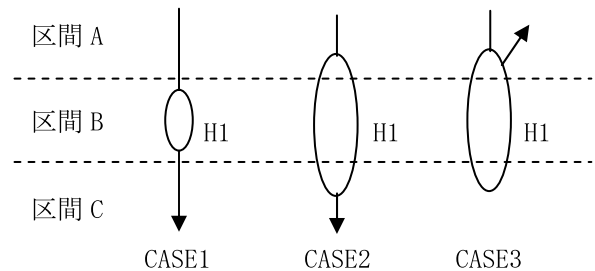


図-4 探餌飛翔例例 (H1: 探餌飛翔エリア)

表-2 探餌行動例の集計結果 (回数)

	CASE1	CASE2	CASE3
区間 A	0	1	2
区間 B	1	1	2
区間 C	0	1	1

4. 解析内容

4-1 捕食行動の利用率の算出

捕食行動回数（探餌回数、ハンティング回数、ハンティング成功回数）の集計結果から、各区間の探餌利用率、ハンティング移行率、及びハンティング成功率を割り出した。

それぞれの算出方法は以下のとおりである。

○探餌利用率＝（区間探餌回数）／（全区間探餌回数）

○ハンティング移行率＝

（区間ハンティング回数）／（区間探餌回数）

○ハンティング成功率＝

（区間ハンティング成功回数）／（区間ハンティング回数）

平成16年調査の算出結果は表-3のとおりである。

表-3 区間別探餌・ハンティング状況

H16	探餌回数		ハンティング			
	回数 ①	利用率 ②	回数 ②	移行率 ②/①	成功数 ③	成功率 ③/②
海岸	177	28%	96	54%	36	38%
分水路河口部 (下7.5kp～)	153	24%	47	31%	26	55%
分水路丘陵部 (5kp～7.5kp)	87	14%	10	11%	2	20%
分水路平地部 (0kp～5kp)	68	11%	16	24%	2	13%
堰直上流域 (上2kp～下 0kp)	79	13%	57	72%	21	37%
堰上流域 (～上2kp)	34	5%	33	97%	6	18%
分水路周辺 (丘陵地)	11	2%	0	0%	0	0%
分水路周辺 (平地部)	22	3%	10	45%	4	40%
計	631	100%	272	43%	97	36%

4-2 調査範囲の物理指標の整理

調査範囲のうち、河川の水深、流速、餌環境等を区間ごとに整理した。

水深及び流速については、豊水流量、平水流量、低水流量、濁水流量ごとに1次元不等流計算を行い、区間ごとに平均値を算出した。また、餌環境については、現地調査時に確認されたものを対象とし、ハンティングされた魚種と、そのサイズを整理した。

4-3 解析結果

(1) 水の濁りと探餌場所（河川、海域、陸域の溜池等）との関係

水の濁り具合が、探餌行動の際の河川・海域・陸域（溜池・水路等）の選択と関係があるかを解析した。

データは調査日ごとに河川、海域、陸域別の探餌利用割合とSS（水の濁りに代わる指標）との重ね合わせで求め、2カ年で72サンプルを取得した。

SSと探餌利用率との関係図を図-5に示す。

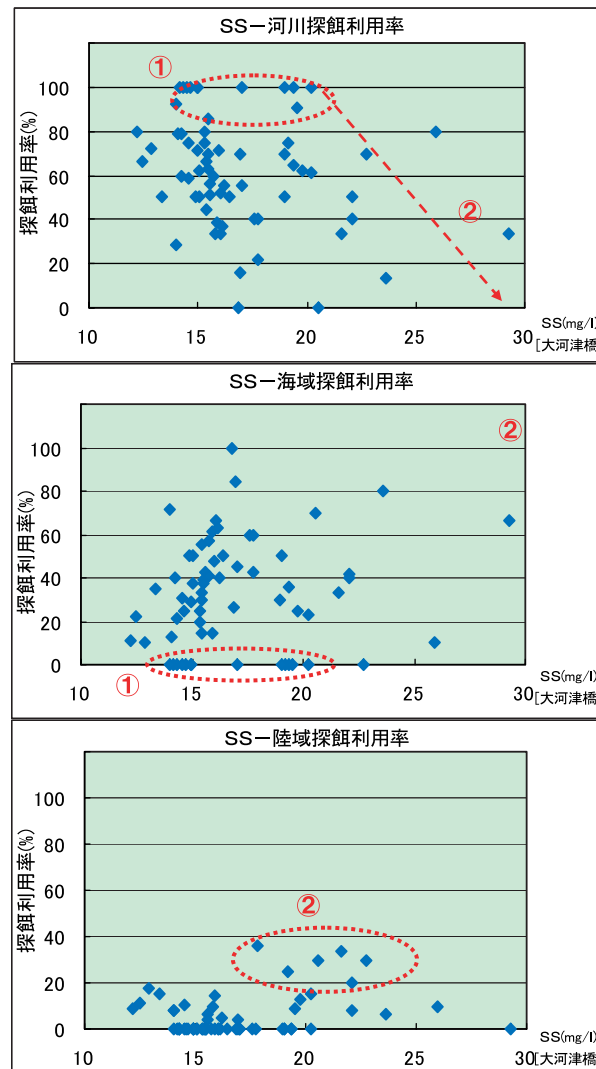


図-5 河川・海域・陸域の探餌割合とSSとの関係

解析結果①

・河川の濁りが小さいとき（SSが20mg/l以下程度）は、河川を優先して利用する傾向にある。

解析結果②

- ・濁りが大きくなると、河川の探餌利用率が減少する傾向が見られる。
- ・濁りにより河川の探餌利用率が減少しても、海域の探餌利用率が増える割合は見られない。
- ・濁りが大きくなると、陸域（溜池・小河川・水路等）の探餌利用率が増える傾向にある。

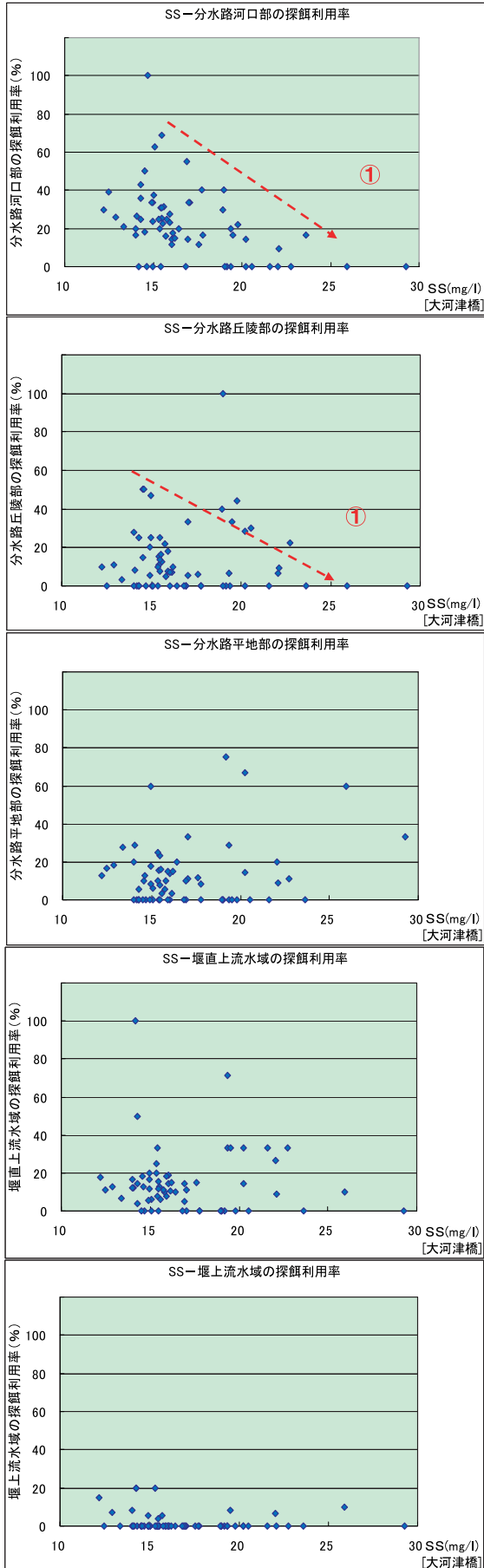


図-6 河川区間別の探餌利用率とSSの関係

(2) 水の濁りと河川の各区間の捕食行動との関係

水の濁り具合が、探餌行動の各河川区間の選択と関係があるかを解析した。

データの取得は、前項と同様に河川の各区間の捕食行動とSSとの重ね合わせによって求めた。なお、捕食行動は探餌利用率、ハンティング移行率、ハンティング成功率の3項目としたが、ハンティング成功率については明確な傾向が見られなかった。

探餌利用率とSSとの関係を図-6に示す。また、ハンティング移行率とSSとの関係を図-7に示す。

解析結果① (探餌利用率)

- ・分水路河口部及び分水路丘陵部では、濁りが大きくなるほど探餌利用率が低下する傾向にある。

解析結果② (探餌利用率)

- ・その他の区間は、濁りと探餌利用率との間に明確な傾向は見られない。

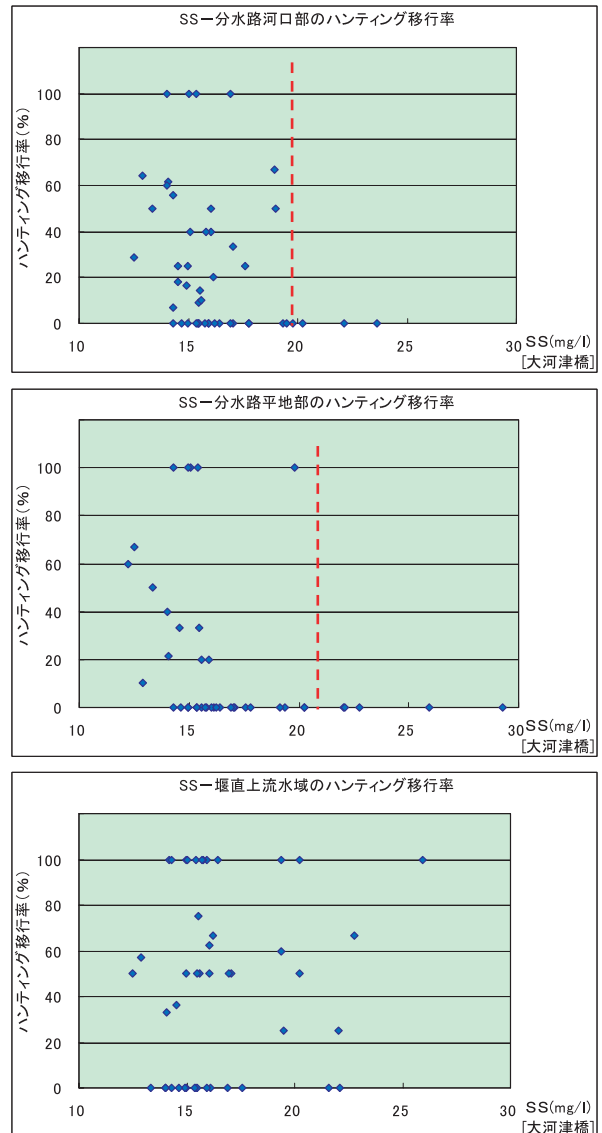


図-7 河川区間別ハンティング移行率とSS との関係

解析結果（ハンティング移行率）

- ・可動堰より下流では、濁りが大きくなると（SSが20mg/l前後）探餌を行ってもハンティングに移行しないケースが増える。
- ※可動堰直上流では、濁りが大きくなってもハンティングの移行率に大きな変化はない。

(3) 河川の各区間の環境特性、餌環境と捕食行動との関係

河川の各区間における環境特性（平均的な流速・水深、巣からの距離）、及び餌環境と各区間の捕食行動率（探餌利用率、ハンティング移行率及び成功率）の重ね合わせを行い、捕食行動場所の環境特性について解析した。

得られた知見

- ・探餌利用率が最も高いのは、分水路河口部であり、巣からの距離が最も大きな要因であると思われる。
- ・ハンティング移行率は可動堰直上流と分水路河口部で高く、魚の発見のしやすさ（水深が浅い、流速が遅い、表層に魚が多い等）と関係していると思われる。
- ・ハンティング成功率も可動堰直上流と分水路河口部で高い傾向にあり、これも魚の見えやすさ（水深が浅い、流速が遅い、表層に魚が多い等）に関係しているものと考えられる。

探餌利用率が最も高いのは、分水路河口部であり、次いで可動堰直上流・分水路平地部・分水路丘陵部が同程度で高い。利用率は巣からの距離が最も大きな要因であると思われるが、流速や餌量のように餌の発見、捕獲のしやすさといった要因も利用率に寄与していると考えられる。

ハンティング移行率は調査年によって変動があるが、可動堰直上流と分水路河口部で高い値を示している。移行率は、水深が浅い、流速が遅い、魚が多いなど、魚の発見や捕獲のしやすさも関係していると考えられる。

ハンティング成功率も年によって変動があるが、可動堰直上流と分水路河口部で高い傾向にあり、移行率と同様の結果となっている。

表一4 河川区間別の環境特性と捕食行動場所との関係について

	環境特性			探餌利用率			ハンティング移行率			ハンティング成功率			餌となる魚類の 確認状況(参考) (採捕数/平均体長mm)
	流速 (m/s)	水深 (m)	巣からの 距離(km)	H14	H16	H14,16 の合計	H14	H16	H14,16 の合計	H14	H16	H14,16 の合計	
分水路 河口部	最も 遅い	5.0 ～ 9.0	N1:1.5 N2:3.8 N3:2.3 N4:7.7	24%	24%	24%	46%	31%	37%	45%	55%	50%	汽水域であり、ミサゴの餌となる魚種が豊富 体長もミサゴの捕獲内容からすると大きめ
分水路 丘陵部	0.69 ～ 1.14	3.8 ～ 4.2	N1:1.7 N2:3.4 N3:1.7 N4:6.4	10%	14%	12%	11%	11%	11%	60%	20%	33%	ウグイ(114/39) ニゴイ(21/94) コイ・フナ類(16/247)
分水路 平地部	0.50 ～ 1.03	4.3 ～ 4.7	N1:5.0 N2:5.3 N3:4.1 N4:3.9	13%	11%	12%	38%	24%	30%	39%	13%	28%	ウグイ(64/73) ニゴイ(38/176) コイ・フナ類(17/155)
可動堰 直上流	0.32 ～ 0.47	3.1	N1:8.6 N2:8.8 N3:7.8 N4:1.7	14%	13%	13%	48%	72%	61%	70%	37%	48%	ウグイ(273/51) ニゴイ(101/38) コイ・フナ類(2/103)

※可動堰直上流は探餌利用率が低い比較の対象から除外した。

(4) 水深、流速とハンティング位置との関係

ハンティングの位置と、その地点の具体的な水深・流速との関係について解析を行った。対象区間は、改変区域及びその上下流区間を含む新長床留から与板橋の範囲とした。(図-8)

水深、流速データは準三次元解析で算定した水深・流速分布図(図-9、図-10)から読み取った。「○」で示されているのがハンティング位置である。これらの重ね合わせ図から、水深、流速の値を読み取った。

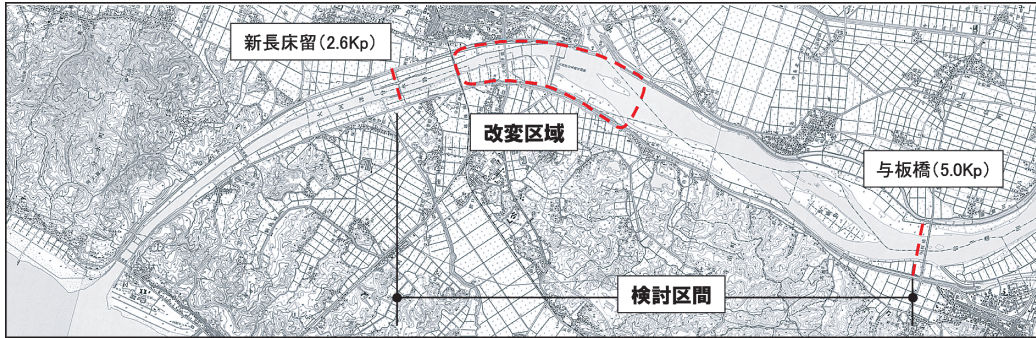


図-8 水深・流速についての検討区間

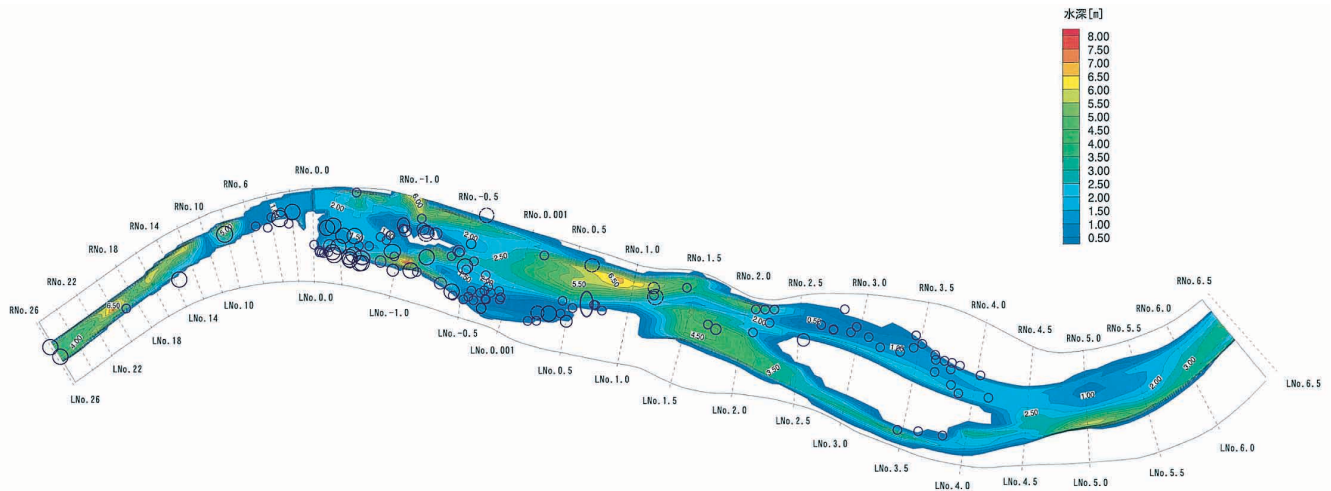


図-9 ハンティング位置と水深分布重ね合わせ図(現況河床、平水流量(410m³/s)相当時)

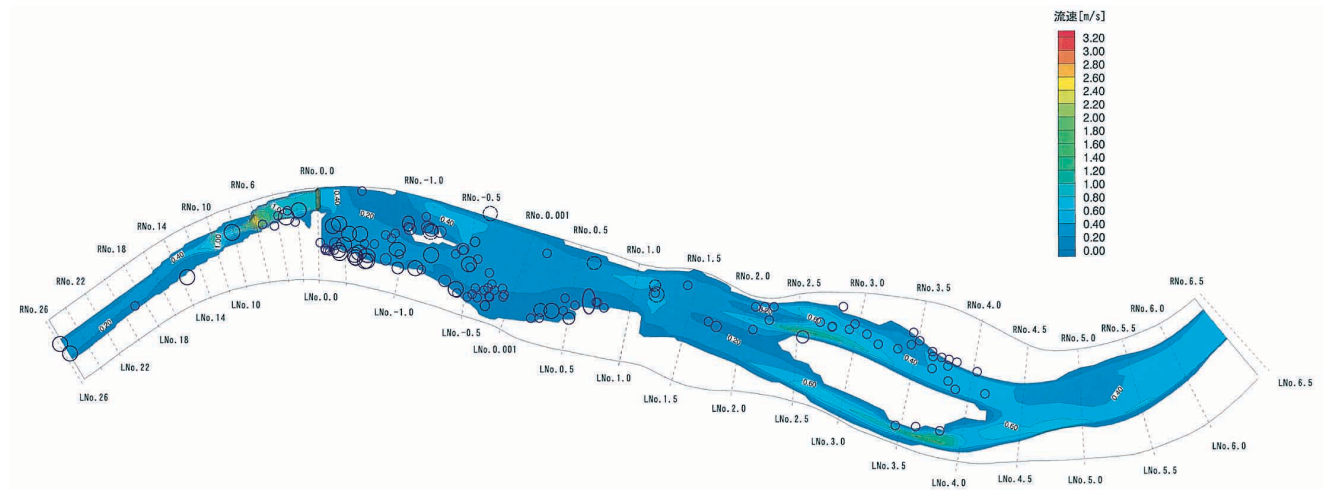


図-10 ハンティング位置と流速分布重ね合わせ図(現況河床、平水流量(410m³/s)相当時)

水深、流速別のハンティング回数集計結果を図-11、図-12に示す。

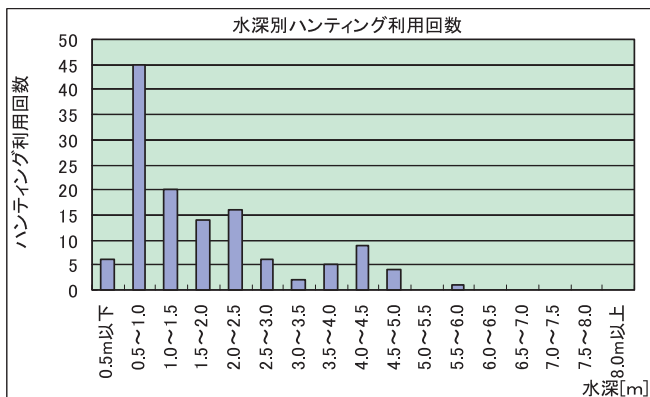


図-11 水深別ハンティング利用回数

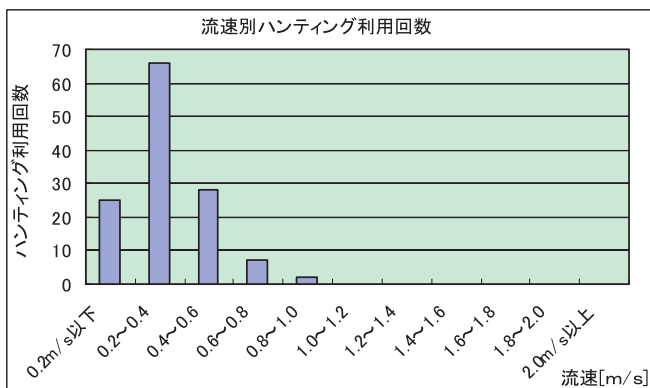


図-12 流速別ハンティング利用回数

解析結果 (ハンティング位置)

- ・水深についてみると、0.0～6.0m の場所でハンティングが行われており、特に0.5～1.0m のところを多く利用している傾向がある。
- ・流速についてみると、0.0～1.0m/sの場所でハンティングが行われており、特に0.2～0.4m/sのところを多く利用している傾向がある。

5. 今回行った解析の課題と今後の方針

現地調査によって確認された捕食行動の利用場所と、その場の物理指標とを重ね合わせることで、捕食場所と水深、流速、水の濁り等との間に関係があることが明らかになり、また利用率の高い場所の物理指標を把握することができた。

しかしながら、実際には、物理指標の変化はまず餌動物である魚類の生息状況に影響を与え、その変化がミサゴの捕食行動に影響を及ぼしていると考えられ、インパクトレスポンスは二段構造になっていると推測される。魚類の生息状況が物理指標の変化によってど

のように変化するかの予測評価については、現時点では確立されたものがない。今後は、まず水深、流速等の変化による魚類の生息状況への影響を明確にし、その影響による変化との関係を解析評価していく必要がある。

また、今回の重ね合わせは、物理指標を1ファクターずつ取りあげたが、実際の「場」は、複数のファクターが複雑に絡み合って形成されている。

したがって、ミサゴの捕食行動場所の特性を把握する際も、複数のファクターとの重ね合わせを行うことが必要である。今後、ミサゴの土地利用状況のデータを蓄積していくことが必要である。

6. おわりに

今回、大河津可動堰改築事業の環境調査に伴い、生態系上位性種としてミサゴを対象とした評価手法を構築するとともに、ミサゴの捕食行動場所に関する新たな知見を得ることができた。また、今後の調査により実際の影響を把握する必要がある。

最後に本報告をとりまとめるにあたり調査データの提供等ご協力をいただいた国土交通省信濃川河川事務所ならびに調査に際しご指導をいただいた大河津可動堰施工環境調査検討委員会阿部委員に深く感謝の意を表します。

※ 捕食行動：探餌行動とハンティング行動とする。

<参考文献>

- 1) 国土交通省中国地方整備局：高梁川水系高梁川総合開発事業環境影響評価準備書（2002年3月）
- 2) 水資源開発公団：利根川水系戸倉ダム建設事業環境影響評価書（2002年3月）
- 3) 水資源開発公団：筑後川水系小石原川ダム建設事業環境影響評価準備書（2003年5月）
- 4) 国土交通省九州地方整備局：嘉瀬川ダム事業における環境保全への取り組み（2004年8月）