

徳島県南部の河川の中・上流域におけるヌマエビ類 のマイクロ生息場の環境選択性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2024-07-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 米澤, 孝康, 齋藤, 稔, 畑間 俊弘, 荒木, 晶, 岡 直宏, 浜野, 龍夫 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.57348/0002010409

徳島県南部の河川の中・上流域における ヌマエビ類のマイクロ生息場の環境選択性

米澤孝康^{1,2}, 齋藤 稔^{1,3}, 畑間俊弘⁴, 荒木 晶^{5†}, 岡 直宏⁶, 浜野龍夫⁶

Microhabitat preferences of Atyidae shrimps in the middle to upper reaches of southern rivers in Tokushima Prefecture, southern central Japan

Takayasu Yonezawa^{1,2}, Minoru Saito^{1,3}, Toshihiro Hatama⁴, Akira Araki^{5†},
Naohiro Oka⁶, Tatsuo Hamano⁶

Abstract : We aimed to clarify the microhabitat preferences of Atyidae shrimps in the middle to upper reaches of the Hiwasa R., Kitagawatidani R., and Mugi R., Tokushima Prefecture, southern central Japan. Relationships between the shrimp abundance and physical environmental variables were surveyed at six sites in 2011 fall and 2012 spring by setting 5-m line transects delineated with ten consecutive 50-cm quadrats along the riverbank. The dominant shrimp species collected from the riverbanks were *Caridina multidentata*, *Paratya compressa* and *Neocaridina denticulata*. *C. multidentata* was shown to prefer loose boulder or cobble beds with interstices. When interstices were scarce, the shrimps were found inhabiting among the vegetation. *P. compressa* was shown to prefer vegetation and boulder or cobble bed in pools. *N. denticulata* tended to prefer vegetation in darker, gently-flowing areas. Our results insist that the three shrimp species segregate microhabitat under base-flow conditions, but flow reduction may cause microhabitat overlap between *C. multidentata* and *P. compressa*.

Key words : Atyidae shrimp, microhabitat, distribution, river

緒 言

日本の河川では、甲殻類にはほとんど配慮されないまま河川改修が行われてきた。生物の生息場を保全、創出しようとする場合、まず河川に生息する生物の生息場は流下方向に1次元的に変化する環境条件マクロ生息場の観点から生息可能な河川区間を定め、その後に流下方向だけでなく横断方向に変化する環境条件によって規定されるマイクロ生息場について配慮し、マイクロ生息場の観点から生息に適した環境を定めることが多い¹⁾。淡水産十脚甲殻類とし

て全国の河川に分布するヌマエビ類Atyidaeについての研究では、生活史解明やマクロ生息場にあたる流程分布の実態に関するものが多く、これまでに海と川を往来する両側回遊種が多いことや河川のほぼ全域に生息することが明らかに^{2,4)}、その海からの移動経路を確保する必要性から、魚道については、甲殻類にも配慮した魚道開発と設置が行われ始めている^{5,6)}。徳島県南部の河川の中・上流域では、通し回遊性（両側回遊性）のヤマトヌマエビ*Caridina multidentata*とヌマエビ（南部群）*Paratya compressa*、そして非通し回遊性のミナミヌマエビ*Neocaridina denticulata*の

2022年8月31日受付、2022年12月1日受理

¹ 徳島大学大学院総合科学教育部（Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Tokushima University）

² 現所属：徳島大学生物資源産学学部附属水圏教育研究センター（Education and Research Center for Aquascience, Faculty of Bioscience and Bioindustry, Tokushima University）

³ 現所属：国立研究開発法人国際農林水産業研究センター（Japan International Research Center for Agricultural Sciences）

⁴ 山口県水産研究センター内海研究部（Inland Sea Research Division, Yamaguchi Prefectural Fisheries Research Center）

⁵ 水産大学校生物生産学科（Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University）

⁶ 徳島大学バイオイノベーション研究所（Bio-Innovation Research Center, Tokushima University）

[†] 別刷り請求先（Corresponding author）: arakia@fish-u.ac.jp

3種がよく採集される³⁾。ヤマトヌマエビは本州中部以南、南西諸島の河川に生息している²⁾。しかし、観賞魚としての需要があり、近年はその生息数を減らしており、徳島県のレッドデータブックで準絶滅危惧に指定されている⁷⁾。ヌマエビは主に日本南西部に生息するエビで、こちらも観賞魚として飼育されることがある⁹⁾。ミナミヌマエビは西日本に多く生息するエビで、メバル類 *Sebastes* spp. やクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* 釣りの餌としても利用されている¹⁰⁾。

河川の河岸付近は、流速が抑えられ遊泳力の弱い小さな魚類が生息しやすいことや、河岸に繁茂する植生によって外敵から身を隠しやすくなることなどを理由に、淡水性魚類の重要な生息場になっている¹¹⁾。また、淡水性十脚甲殻類の流程分布に関する報告の中に、河岸の植生においてヌマエビ類が採集される記述がみられ^{3,12)}、河岸の環境がヌマエビ類にとっても日中の生息場として重要な役割を果たしていると思われる。これまでヌマエビ類のマイクロ生息場の環境条件に言及した研究にはSaito *et al.*¹³⁾ やYatsuya *et al.*¹⁴⁾があるが、これもリーチセグメントスケールでのマクロ生息場の調査結果から考察を加えたものであり、マイクロ生息場スケールにおける環境への選択性を説明する

定量的な調査は行われていない。よって、河川改修にあたってヌマエビ類について創出すべき客観的な環境条件を提示することができない状況である。そこで著者らは、徳島県南部の日和佐川水系と牟岐川の中・上流域をフィールドとして、河岸を縦断方向に連続して定量的に採集調査することで、日中の河岸の水際付近におけるヌマエビ類のマイクロ生息場スケールにおける環境選択性を明らかにする研究を行った。

材料と方法

調査場所

日和佐川は徳島県海部郡美波町を流れ、太平洋に注ぐ流路延長16.3 kmの二級河川である。主な支流としては北河内谷川、山河内谷川がある。牟岐川は牟岐町を流れ太平洋に注ぐ、流路延長約7.7 kmの二級河川である。主な支流には橘川がある¹⁵⁾。両河川ともに河口部に市街地があるものの、その他の地域では山間地を流れ、民家や田畑が点在する程度で工業排水などの流入はほとんど無く、「水質汚濁防止法」に基づく生活環境項目の環境基準は、A類型に該当するなど水質は良好である¹⁶⁾。環境省が行った水質調査

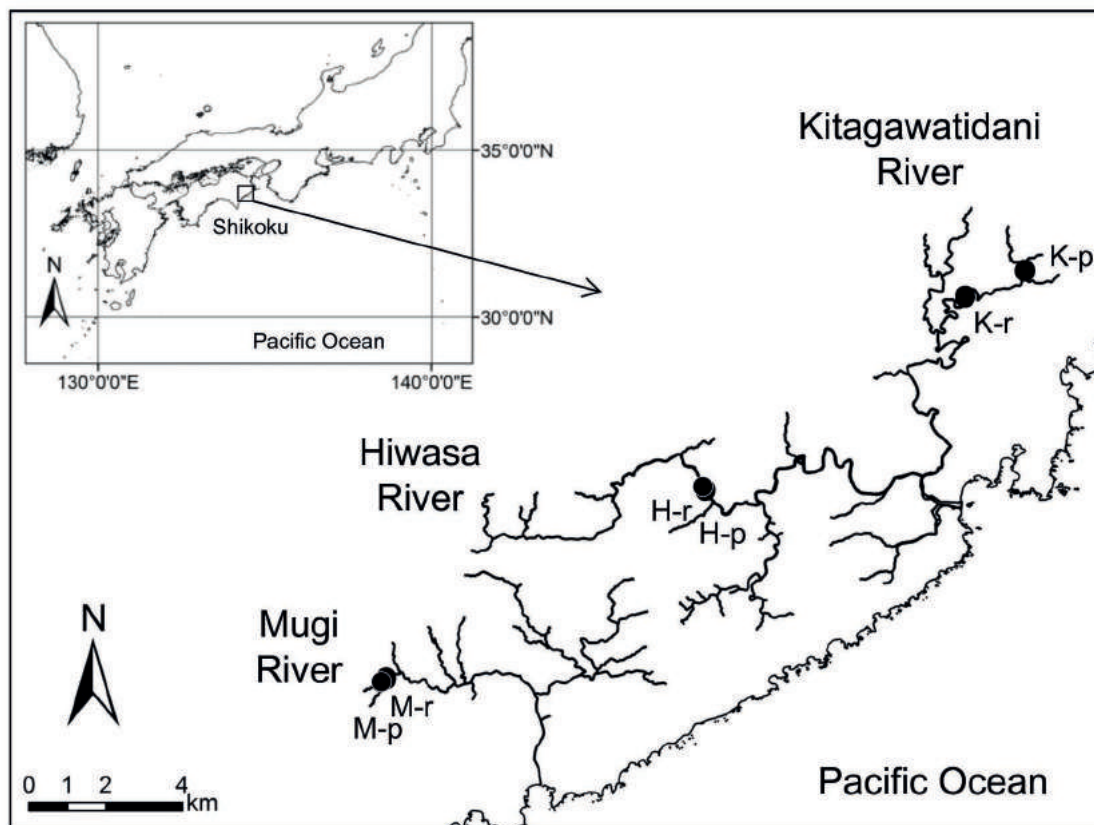


Fig. 1. Map of the Kitagawatidani, Hiwasa and Mugi Rivers. Dots represent the locations of the sampling stations.

ではBODが0.5 mg/L以下の貧腐水性水域であった¹⁷⁾。また、これらの河川には両側回遊性の甲殻類の遡上に悪影響を与える大型ダムがなく¹⁸⁾、両側回遊性の甲殻類が多く生息していることがわかっている³⁾。以上のことから、日和佐川水系と牟岐川は環境の人為的な改変が少なく、甲殻類の生息環境が自然本来のものに近い状態で残っていると考え、調査地とした。

調査地点は、日和佐川の2点、北河内谷川（日和佐川水系）の2点、牟岐川の2点の計6定点とした（Figs. 1, 2）。なお、日和佐川と北河内谷川の定点は、Saito *et al.*¹³⁾ が日和佐川水系において甲殻類の生息を確認した場所、牟岐川の定点は、浜野ら³⁾ が甲殻類の生息を確認した場所に近い。定点は各河川で1地点では瀬を含むように設定し、もう1地点では淵に設定した。調査地点は河川名のローマ字表記の頭文字と、それぞれの河川で瀬（英語ではrapid）を含む地点に頭文字rを、淵（英語ではpool）には頭文字pを割り当て、それぞれを組み合わせで示した（例：日和佐川の瀬を含む地点：H-r）。

調査の時期

調査を行う時期については、夏場は娯楽としてエビ類を採集している者を見かけることがあったため、人為的攪乱の影響を考慮し7月～9月の調査は避けた。調査は2011年10月と11月にH-p, K-r, K-p, M-r, M-pにて行った。2012年5月と6月には2011年の調査地点にH-rを加えて調査を行った。

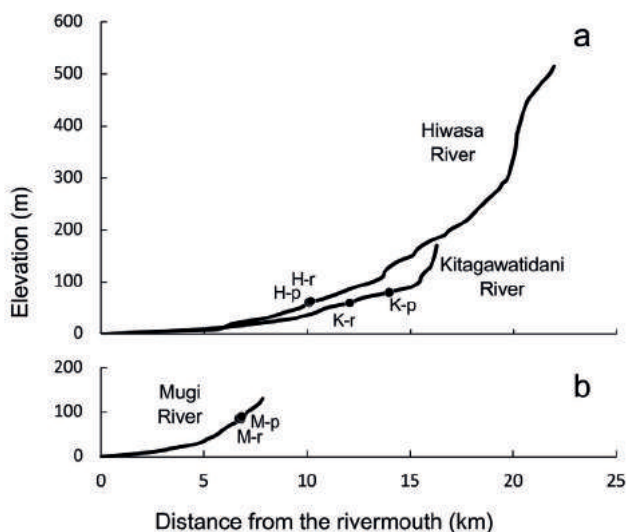


Fig. 2. Longitudinal Profiles of the Hiwasa, Kitagawatidani and Mugi Rivers; a: Hiwasa and Kitagawatidani Rivers; b: Mugi River. Dots represent the sampling stations.

調査方法

各調査定点において、川岸に沿って5 mのトランセクトを設定した。それを50 cmごとに区切ってそれぞれセクションとして扱った。塩化ビニル製パイプ（VP13）を使用して製作した50 cm×50 cmのコドラートを水際に沿って設置し、セクションに相当する各枠内のヌマエビ類を採集した。採集にはタモ網（間口：28 cm×33 cm、目合い：5 mm）を使用した。礫底にヌマエビ類が隠れることができそうな隙間があれば、近くに網を固定し、手袋をはめた手で礫をそっと動かして網へ追いつくように採集した。河畔の木が流路に倒れ込み、枝葉が浸水している場所、植生の根が水中に露出した場所、抽水植物がある場所についてヌマエビ類はすくい取るように採集した。これを枠ごとにエビ類が採集できなくなるまで繰り返した。採集したヌマエビ類は現地で0.1 mm精度のデジタルノギスで全長を全数計測し、調査終了後に定点内に放流した。種の同定は浜野ら³⁾ に従い、現地で判別できない場合は研究室に持ち帰って同定した。調査はすべて日中に実施した。

ヌマエビ類の採集と同時に、物理的環境要因として、セクションごとに優占する底質、枠の中心付近の水深（cm）、水面から水深の60 %の深さの流速（cm/s）、水面における照度（klx、以降照度）、枠内の面積に占める植生の面積の割合（%、以降植生被度）を記録した。なお、底質の区分はWentworthの粒径区分に従った¹⁹⁾。流速の測定にはプロペラ式流速計（ケネック製VR-201、0.1 cm/sec単位）を使用した。ただし流速3 cm/sec以下は測定できないため、その場合は0 cm/secとして扱った。照度はデジタル照度計（アズワン製LM-332）を透明ビニル製防水袋に入れて計測した。なお、あらかじめ室内にて防水袋に入れても測定値が変わらないことを確認している。植生被度は目視により確認し、10 %単位で記録した。そのほかに調査地点の水温（℃）と河川形態を記録した。水温の測定にはデジタル水温計（精度0.1℃）を使用した。河川形態は可見の河川型²⁰⁾ に従い、上流型のAa型、中流型のBb型、下流型のBc型、移行型としてAa-Bb移行型、Bb-Bc移行型を適用した。

データの解析

各セクションにおける物理的環境データと、ヌマエビ類の50 cm×50 cmのコドラートごとの生息密度の間に相関があるか調べるため、対数スケールを生息密度に適用した。ゼロ値を避けるため生息個体数に+1をした値を用いて散

布図を描き、Kendallの順位相関係数 τ を利用した単回帰分析を行った。

結 果

各調査定点の状況

採集定点の現況と、物理的環境要因の測定結果、採集さ

れたヌマエビ類の個体数と体サイズをFig. 3からFig. 13に示した。

日和佐川の定点H-r、H-pは河口からの距離が約10.1 kmで、河川形態はAa-Bb移行型である。流路の幅は7 mから12 m程度で、北河内谷川、牟岐川の定点より河川規模が大きい。流路の約3/4が樹冠に覆われる。H-rは平瀬から早瀬にかけて設定した (Fig. 3)。ヤマトヌマエビが採集

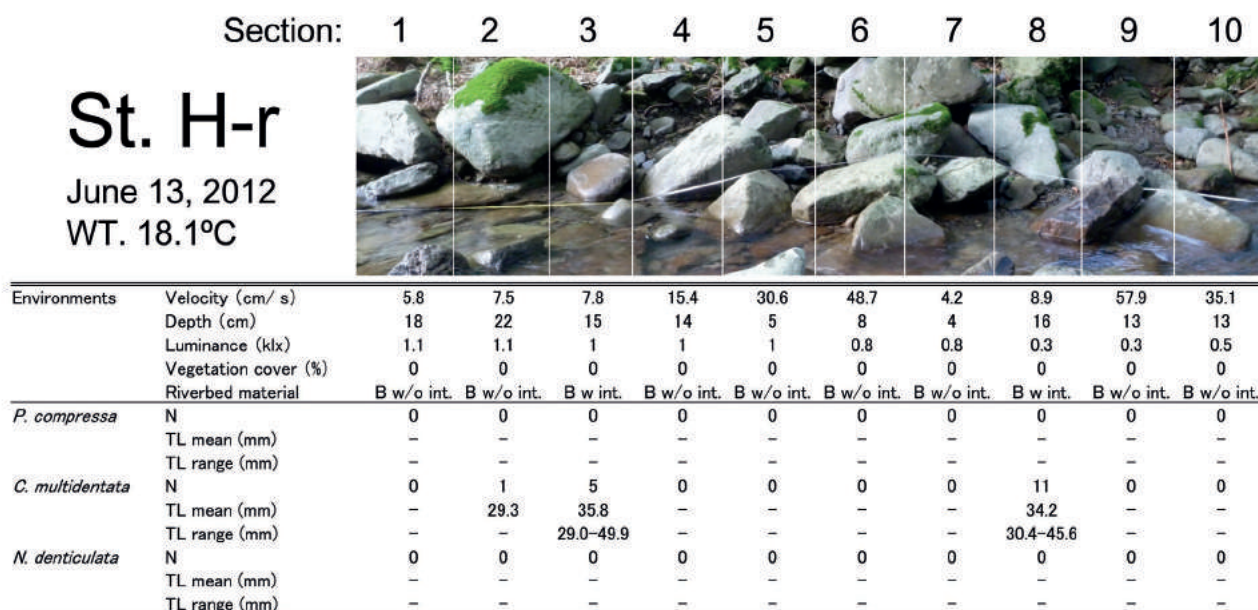


Fig. 3. Details of environments and shrimp samples collected at H-r.

B w int.: Boulder bed with interstice, B w/o int.: Boulder bed without interstice.

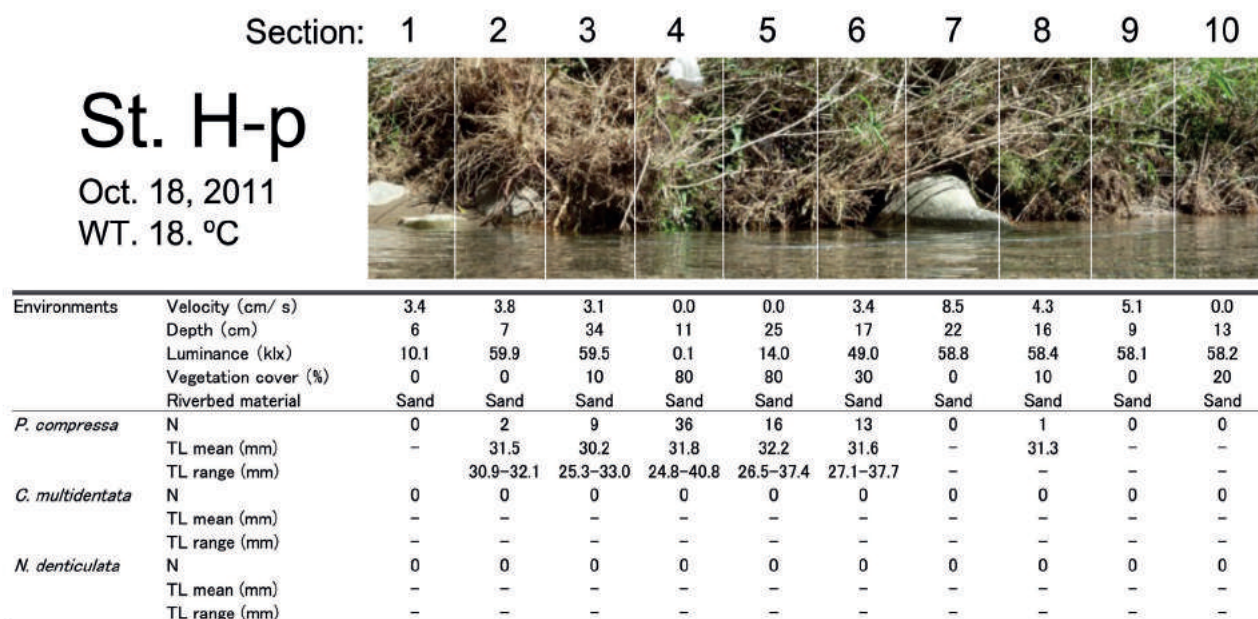


Fig. 4. Details of environments and shrimp samples collected at H-p.

され、セクション3と8に分布が集中していた。この2枠は上流側に大きな礫があり、瀬ではあるものの流れが直接当たらず、流速がやや遅くなっている。またこの2枠の礫だけ下に隙間がある浮き石状態であり、その下にエビが潜んでいた。

H-pはH-rより数十m下流の淵である。10月、6月両方の調査でヌマエビが採集された (Figs. 4, 5)。河岸は砂が堆

積している。流れはほとんどなかった。ヌマエビの密度が高かった場所は水際がえぐられたようになっており、メダケ *Pleiblastus simonii* やシダ植物類 *Pteridophyta* spp. の根が露出して浸水した植生被度の割合が高くなった場所で、奥のほうは照度が低くなっていた。しかし本種は、ヤマトヌマエビやミナミヌマエビとは異なり、植生被度の割合が低く直射日光が差し込んでいたセクション (10月のセク

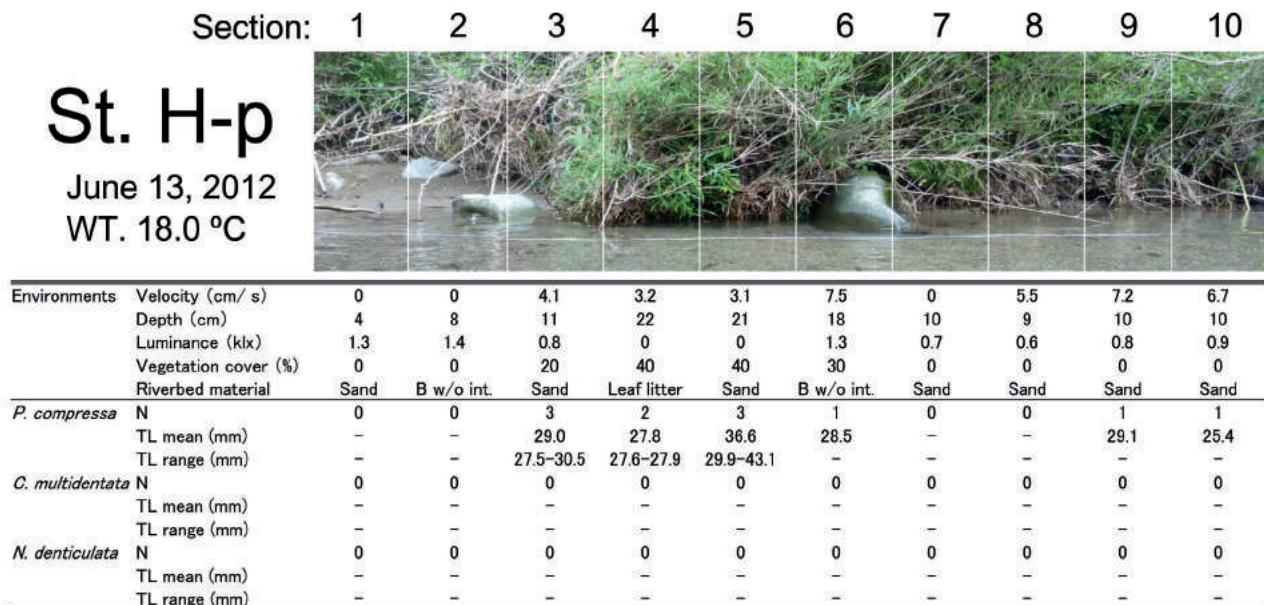


Fig. 5. Details of environments and shrimp samples collected at H-p.
B w/o int.: Boulder bed without interstice.

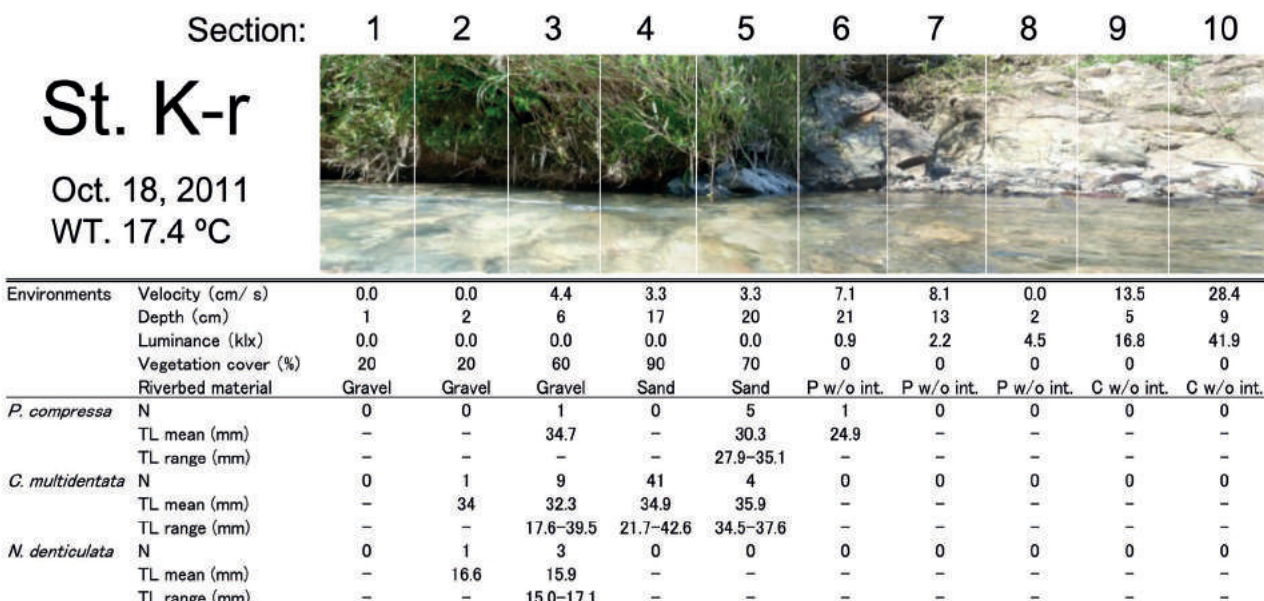


Fig. 6. Details of environments and shrimp samples collected at K-r.
C w/o int.: Cobble bed without interstice, P w/o int.: Pebble bed without interstice.

ション2, 3, 8と6月の9, 10) でも採集された。

北河内谷川の定点K-r, K-pの河口からの距離は, それぞれ約14.2km, 約12.6kmで, 流路の幅は3 mから7 m程度の小規模河川で, 河川形態はAa-Bb移行型である。K-rは早瀬から淵にかけて設定した。10月の調査ではヌマエビ, ヤマトヌマエビ, ミナミヌマエビが採集できた(Figs. 6, 7)。6月の調査ではミナミヌマエビとヤマトヌマエビが採集で

きた。この2種の密度が高かった場所は淵頭で, 瀬から流れ込む水があたり, 河岸に繁茂したメダケの根元が浸食されて根が水中に露出して植生被度が高くなっており, またメダケが陰を創出して照度が低くなっていた。

K-pは淵であるが10 mほど下流に小さな堰堤があり, 甚水域にもなっている。河岸は石積み護岸であるが, 土がその上に堆積し, シダ類や草本が繁茂する。ヌマエビ, ヤマ

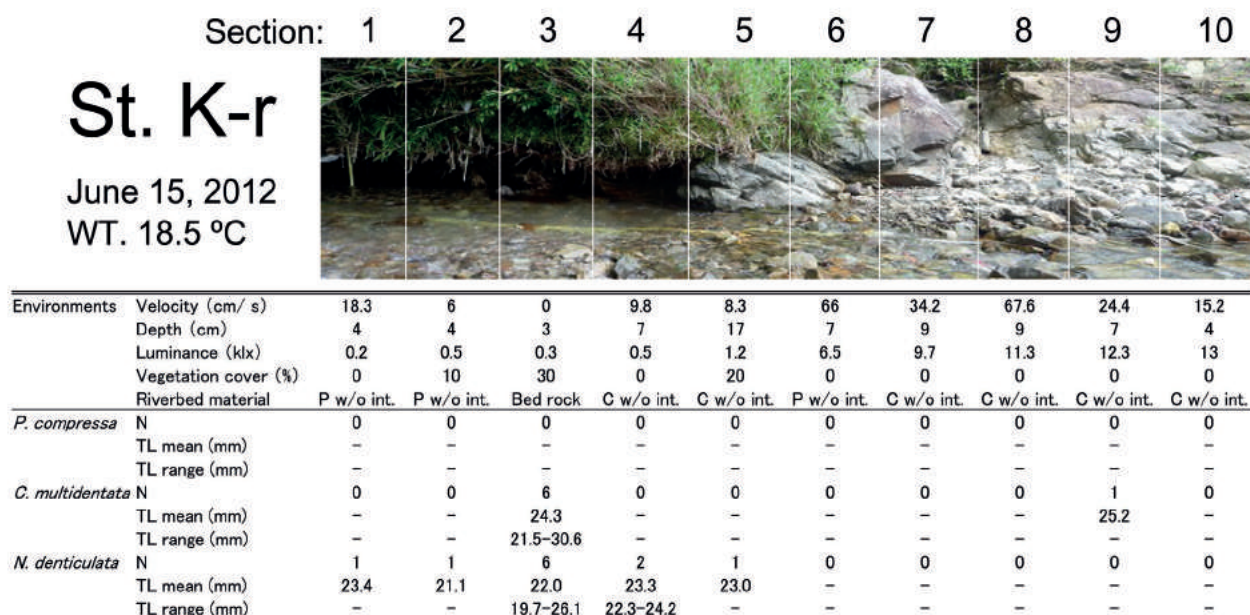


Fig. 7. Details of environments and shrimp samples collected at K-r.

C w/o int.: Cobble bed without interstice, P w/o int.: Pebble bed without interstice.

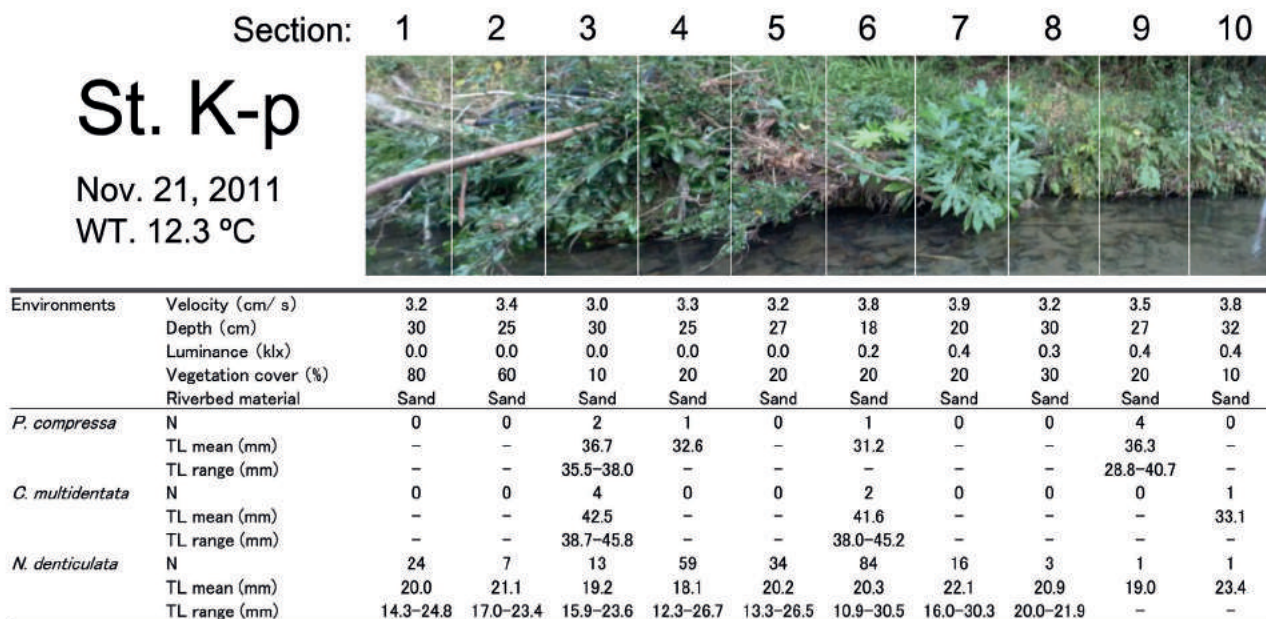


Fig. 8. Details of environments and shrimp samples collected at K-p.

トヌマエビ, ミナミヌマエビが採集された。特にミナミヌマエビの密度が高く, ほとんどが本地点で採集された (Figs. 8, 9)。セクション1~7のエビの密度が高かった場所は樹木がオーバーハングし, 水面に陰を落としていた。

牟岐川の定点M-r, M-pの河口からの距離は約7 kmで, 流路の幅は3 mから5 m程度の小規模な河川である。河川形態はAa型に相当する。M-rは早瀬から淵頭にかけて設定

した (Figs. 10, 11)。主にヤマトヌマエビが採集された。エビがいた場所にはスゲ類 *Carex* sp. が生えており, 葉の間だけでなく川底の根が一部水中に露出した部分にもエビがついていた。M-pはヌマエビとヤマトヌマエビが採集された (Figs. 12, 13)。セクション1~5までは水際に繁茂するシダ類やジュズダマ *Coix lacryma-jobi* が水面に陰を創出し, その下がえぐられ根が水中に露出していた。セクショ

Section:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
St. K-p											
June 15, 2012 WT. 18.3 °C											
Environments	Velocity (cm/ s)	0	0	0	5.2	5.4	0	3.7	4.5	5.3	5.1
	Depth (cm)	24	24	19	20	20	10	15	18	18	24
	Luminance (klx)	0	0	0.2	0.5	0	0	0.6	2.7	5.7	6.6
	Vegetation cover (%)	80	80	20	20	0	60	40	0	0	0
	Riverbed material	Leaf litter	Leaf litter	Leaf litter	Leaf litter	Leaf litter	Leaf litter	Leaf litter	B w/o int.	Leaf litter	Sand
<i>P. compressa</i>	N	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TL mean (mm)	37.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TL range (mm)	29.9-39.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. multidentata</i>	N	1	6	0	1	0	0	1	0	0	0
	TL mean (mm)	40.1	41.2	-	44.6	-	-	38.3	-	-	-
	TL range (mm)	-	34.9-47.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. denticulata</i>	N	1	1	3	6	1	7	4	1	1	0
	TL mean (mm)	32.7	22.9	27.0	25.6	23.9	25.4	23.9	20.2	20.0	-
	TL range (mm)	-	-	22.6-31.4	19.8-32.8	-	20.5-30.7	15.4-30.9	-	-	-

Fig. 9. Details of environments and shrimp samples collected at K-p.

B w/o int.: Boulder bed without interstice.

Section:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
St. M-r											
Nov. 3, 2011 WT. 15.9 °C											
Environments	Velocity (cm/ s)	110.2	21.4	4.4	4.2	0.0	3.1	3.3	3.2	4.4	3.5
	Depth (cm)	7	7	10	15	18	15	12	6	13	7
	Luminance (klx)	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.7	0.8	0.9
	Vegetation cover (%)	0	0	0	0	10	100	30	0	0	0
	Riverbed material	C w/o int.	C w/o int.	Gravel	Gravel	Gravel	C w/o int.	Gravel	P w/o int.	B w/o int.	C w/o int.
<i>P. compressa</i>	N	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	TL mean (mm)	-	-	-	-	-	38.9	-	-	-	-
	TL range (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. multidentata</i>	N	0	0	0	0	0	7	3	0	0	0
	TL mean (mm)	-	-	-	-	-	37.6	36.5	-	-	-
	TL range (mm)	-	-	-	-	-	32.2-42.9	33.4-40.1	-	-	-
<i>N. denticulata</i>	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TL mean (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TL range (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 10. Details of environments and shrimp samples collected at M-r.

B w/o int.: Boulder bed without interstice, C w/o int.: Cobble bed without interstice, P w/o int.: Pebble bed without interstice.

ン7~10は抽水植物が茂っていた。セクション7~10より1~5までのほうがエビの密度は高かった。

環境要因と生息密度

各環境要因とヌマエビ類各種の密度との間の相関関係を調べた。ヌマエビおよびヤマトヌマエビは3河川の全定点

にて採集されたため、2011年秋と2012年春の全定点の物理的環境要因を対象とした (n=110)。なお、調査定点の河口からの距離と、採捕個体数には特別な関係は見られなかった ($\tau=-0.145 \sim -0.230$, $p>0.05$)。ミナミヌマエビは北河内谷川だけで採集されたため、北河内谷川の定点のみの物理的環境要因を解析対象とした (n=40)。種ごとに全定

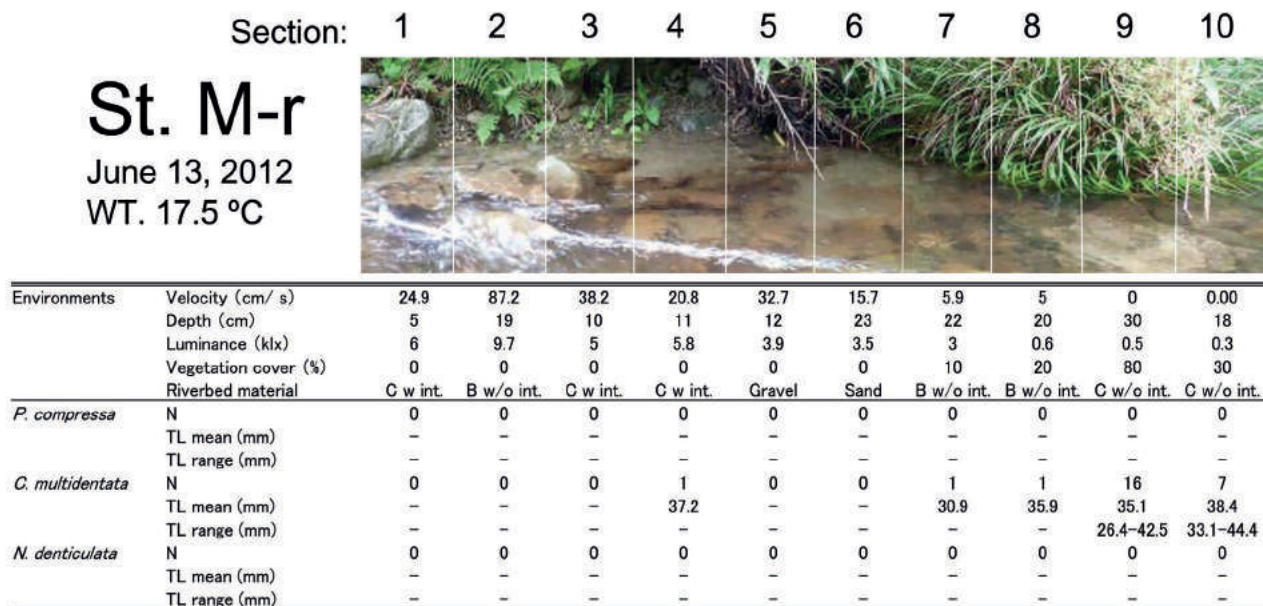


Fig. 11. Details of environments and shrimp samples collected at M-r.

B w/o int.: Boulder bed without interstice, C w int.: Cobble bed with interstice, C w/o int.: Cobble bed without interstice.

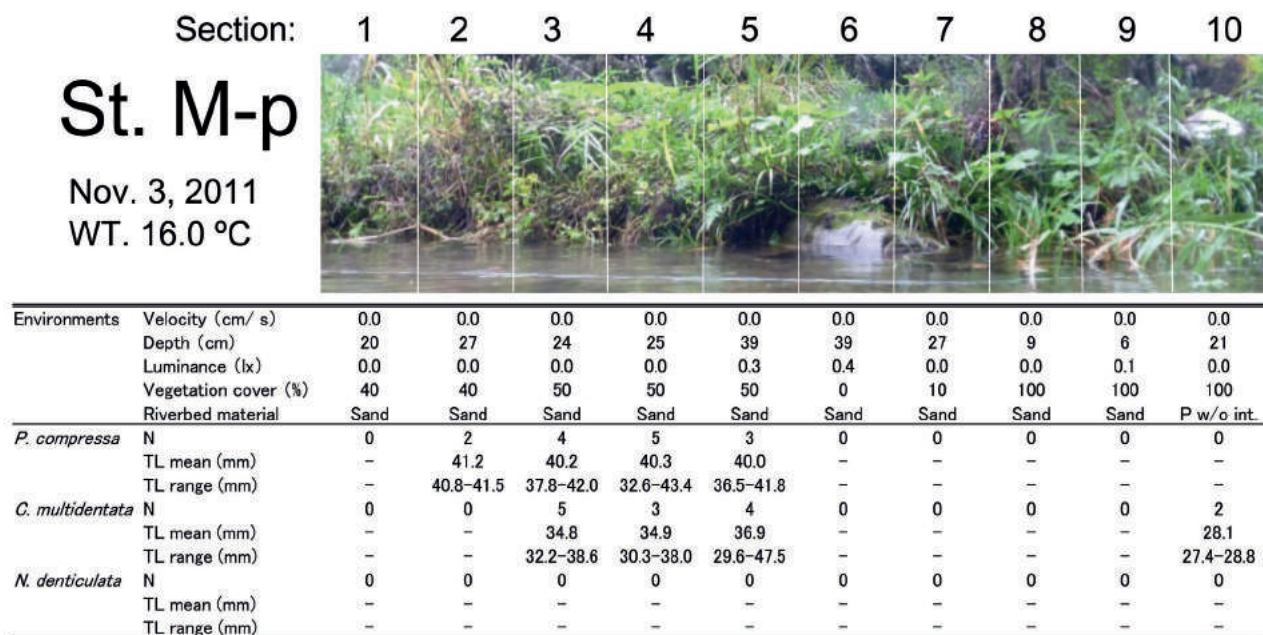


Fig. 12. Details of environments and shrimp samples collected at M-p.

P w/o int.: Pebble bed without interstice.

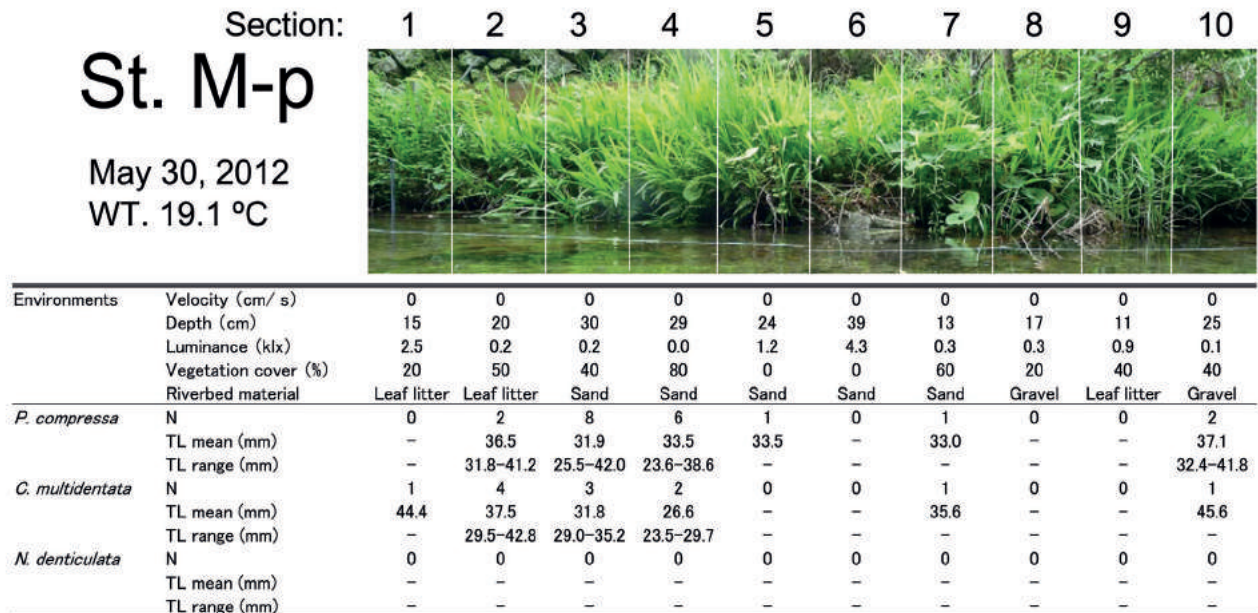


Fig. 13. Details of environments and shrimp samples collected at M-p.

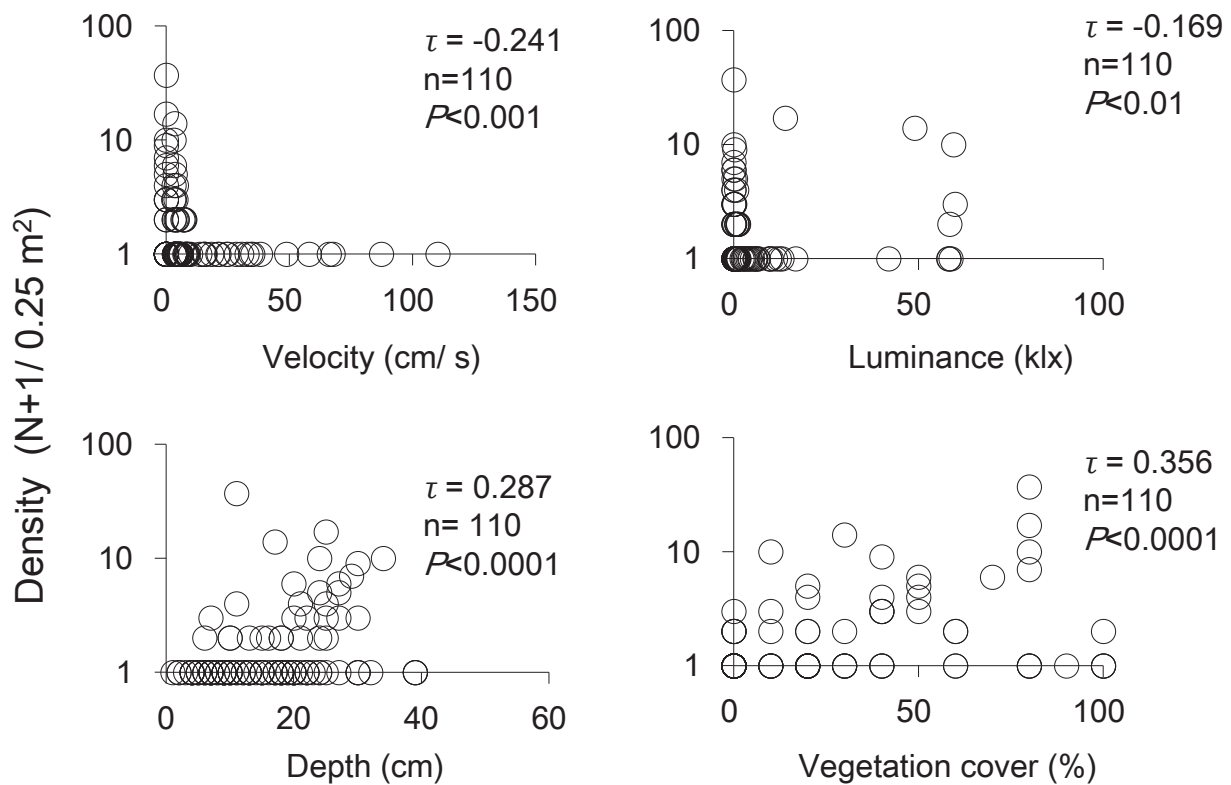


Fig. 14. Relationship between physical environmental variables (velocity, luminance, depth, and percentage of vegetation cover) and the density of *Paratya compressa* in all study stations.

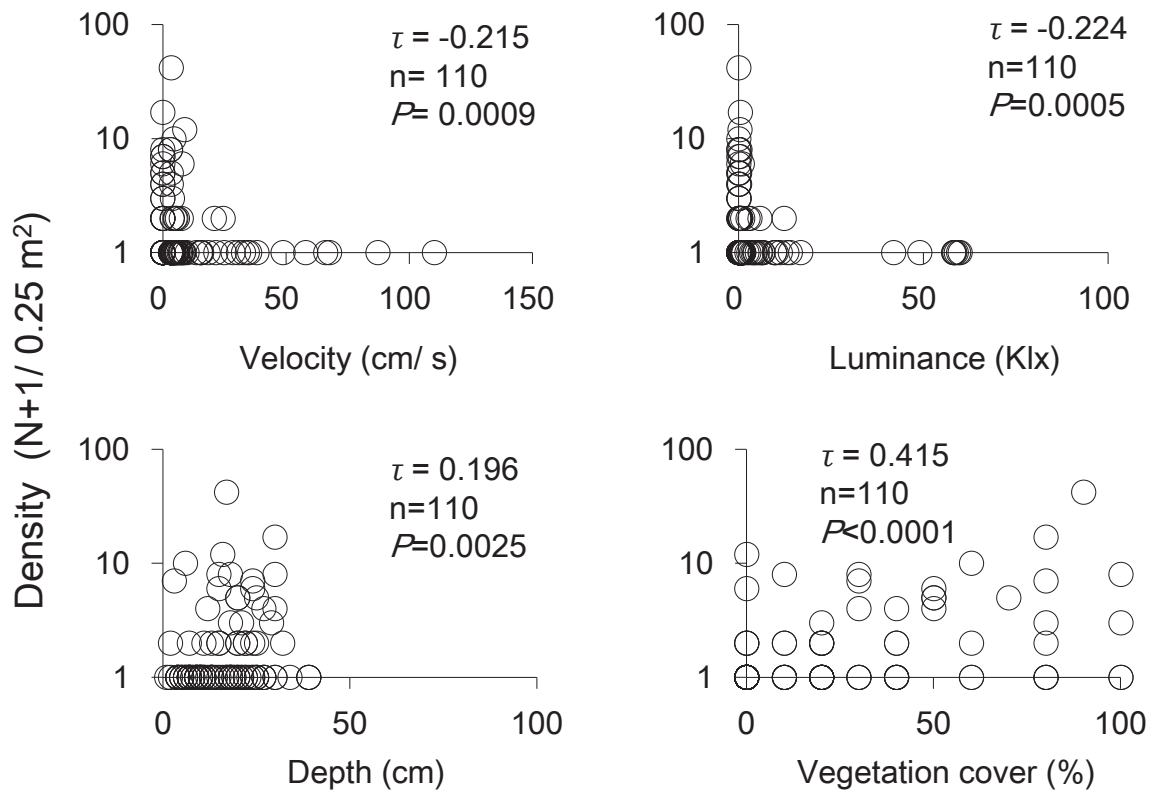


Fig. 15. Relationship between physical environmental variables (velocity, luminance, depth, and percentage of vegetation cover) and the density of *Caridina multidentata* in all study stations.

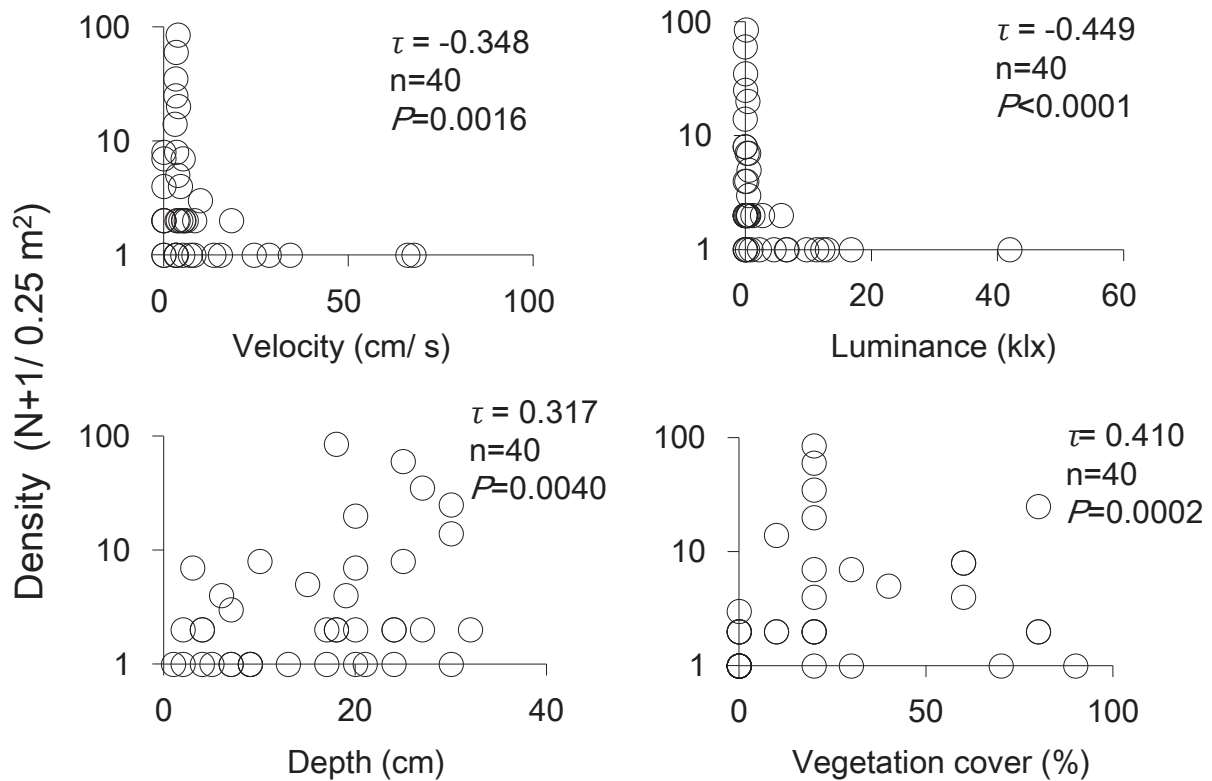


Fig. 16. Relationship between physical environmental variables (velocity, luminance, depth, and percentage of vegetation cover) and the density of *Neocaridina denticulata* in Kitagawatidani R.

点のデータを集約した単回帰分析の結果、ヌマエビは遅い流速、低い照度、深い水深、高い植生被度に対して生息密度が高くなる傾向が認められた (Figs. 14; 流速, $\tau = -0.241$, $P < 0.001$; 照度, $\tau = -0.169$, $P < 0.01$; 水深, $\tau = 0.287$, $P < 0.0001$; 植生被度, $\tau = 0.356$, $P < 0.0001$)。ヤマトヌマエビも、遅い流速、低い照度、深い水深、高い植生被度に対して生息密度が高くなる傾向が認められた (Figs. 15; 流速, $\tau = -0.215$, $P = 0.0009$; 照度, $\tau = -0.224$, $P = 0.0005$; 水深, $\tau = 0.196$, $P = 0.0025$; 植生被度, $\tau = 0.415$, $P < 0.0001$)。ミナミヌマエビも同様に、遅い流速、低い照度、深い水深、高い植生被度に対して生息密度が高くなる傾向が認められた (Figs. 16; 流速, $\tau = -0.348$, $P = 0.0016$; 照度, $\tau = -0.449$, $P < 0.0001$; 水深, $\tau = 0.317$, $P = 0.0040$; 植生被度, $\tau = 0.410$, $P = 0.0002$)。

考 察

ヌマエビの生息場

ヌマエビは各河川で瀬よりも流れが遅い、淵に設定した調査地点H-pで多く見られた。また植生のある環境に高密度で生息する一方、低密度ではあるが直射日光が差し込む植生の無い砂の上でも見られた。Saito *et al.*¹³⁾ は、流程分布と河岸および河床の環境、生活史から総合的に判断すると、ヌマエビは生息場として主に流れが遅い場所を好み、植生や礫の環境に生息すると考察しており、定量的にマイクロ生息場の環境条件を調べた本研究はSaito *et al.*¹³⁾ の考察を裏付ける結果となった。自然に蛇行する流路を維持・回復して瀬と淵がはっきりと出現するよう注意し、かつさらに流れが弱くなる河岸に植生を残すなど、できるだけ自然な状態にすることが有効であると考えられる。

ヤマトヌマエビの生息場

Saito *et al.*¹³⁾ は、ヤマトヌマエビは礫のある環境を主な生息場として述べて、また荒木・浜野⁹⁾ も上流域の岩の下に多いとしている。これらの報告は、礫の下の間隙において高密度で生息していることを確認できた本研究の結果を支持する。ヤマトヌマエビは他のヌマエビ類よりも体サイズが大きく脚も丈夫であり⁹⁾、歩行移動能力が優れていることから⁵⁾、礫でも定位しやすいのであろう。またヤマトヌマエビは、流れが速い瀬など流水的環境に生息しているとされてきたが¹³⁾、本研究で流速と生息密度に負の相関が見られたように、単純に流れが速い場所を好むというよりは、流れが速い瀬などの流水的環境の中で、大きな礫

の下などにできた緩流部を選んで生息していると思われる。

北河内谷川と牟岐川では、淵の植生において確認できた。日和佐川は流量があり、大きな礫の浮き石が多い。一方で北河内谷川と牟岐川は日和佐川より小規模な河川で流量が少なく、浮き石が形成されにくいと考えられる。実際、調査地点付近では河岸の瀬に浮き石が確認できなかった。本来ヤマトヌマエビは瀬の礫の間隙を主な日中の生息場として、淵を主な生息場とするヌマエビと棲み分けているが、北河内谷川や牟岐川の定点付近のように浮き石が少ない場所ではやむなく淵の植生を生息場としている可能性がある。本研究では礫の間隙が多い場所での調査が1地点と少なかったため、本種が好む環境をさらに詳しく調べるためには、大きな礫が多い上流でも調査を行う必要があると考えられる。

ミナミヌマエビの生息場

ミナミヌマエビはほとんどが淵に生息しており、生息密度も高かった。今回の調査結果では、ヤマトヌマエビやヌマエビが礫の下や砂の上にも生息していたのに対し、本種は植生のない場所ではほとんど見られなかった。本研究で流速、植生被度それぞれと生息密度の相関が認められたことに関しては、止水域の植生を主な生息場としているとする従来の報告を裏付ける結果となった^{12,13,18)}。深い場所ほど密度が高い傾向が見られたのも、流れが遅い淵での密度が高かったからであろう。今回調査を行った河川ではミナミヌマエビが好む止水域のような場所は中・下流域にしばしば見られたものの水際がコンクリート護岸であったり護岸ブロックであったりすることが多く、なかなか水際に抽水植物の茂る場所を見つけることができなかった。生息場所が限られると急激な環境の変化や捕獲圧によって個体群が大きなダメージを受けやすくなることが予想される。河川改修時に植物の茂るワンド状の場所を造成するなどの工夫が有効になるであろう。

ヌマエビ類に配慮した川づくり

本研究の結果より、ヌマエビとミナミヌマエビは淵に、ヤマトヌマエビは瀬の礫の間隙で棲み分けている可能性が示唆された。自然に蛇行する流路を回復させ、明瞭な淵と瀬を増やすことがすべてのヌマエビ類の生息場創出のために有効になるだろう。さらに、これまでのマクロ生息場(流程分布)の研究では、ヌマエビ類は種類によって異なる環境を好むとされてきたが、マイクロ生息場環境まで調べた

本研究では、3種とも遅い流速、低い照度、深い水深、高い植生被度に対して生息密度が高くなる同様の傾向が認められた。瀬と淵を創出するだけでなく、さらにその中に遅い流速、低い照度、深い水深、高い植生被度の場所を創出することを意識する必要がある。

具体的にはまず、流量を確保して浮き石を増やすことが重要であると考えられる。瀬に浮き石状態の礫が無ければ、ヌマエビやミナミヌマエビが主に生息場所としている淵にヤマトヌマエビが移動し、競合することになってしまう。また、河川に生息する通し回遊種であるモクズガニ *Eriocheir japonica* の野外実験による日中の好適な隠れ家についての研究例では、河床材料と状態を8種類設定して12日間連続して居場所の観察を行ったところ、浮き石状態の巨礫、沈木、浮き石状態の大礫の下を高頻度で利用しており、実験個体の甲幅と、隠れていた隙間の入り口の横幅、高さ、奥行きの間には、全てにおいて有意な正の順位相関関係が認められ、好む隠れ家のサイズは体サイズに応じて変化すると報告されている²¹⁾。本研究におけるヤマトヌマエビも瀬の礫の下の間隙において高密度で生息していたことから、浮き石が本種に限らずモクズガニなどの河川生物の生息環境として重要な役割を果たしていると考えられる。

次に、河岸に植生が繁茂する状態を創出することも、浮き石状態の創出と同様に非常に重要である。本研究では、植生のある場所でのヌマエビ類の生息密度が高かった。過去の研究でも、河岸の流速を減少させ水中カバーを創出する河岸の抽水植物は、淡水性十脚甲殻類をはじめとする水生生物にとって好適な生息場であることが報告されており^{11, 22)}、本研究においてもそれを支持する結果となった。加えて本研究の結果では、メダケ、シダ植物等が繁茂する水際に流れが当たり、その根の下方が浸食されてオーバーハングし、さらにそれらの植物の根が水中に露出している空間の方が、抽水植物帯よりもエビの密度が高かった。上部を土に覆われた場所の方が隙間のある抽水植物よりも照度が抑えられ、奥まっているため流速も抑えられているからだと考えられる。このことを応用すればヌマエビ類の生息数を増やすための保護礁を考案できる可能性がある。著者らは河床においてはヌマエビが淵の最深部に高密度で生息しているのを確認している（未発表）。ヤマトヌマエビも河岸の礫の下に生息していたことを考えれば、河床における環境条件の似た場所も重要な生息場となっている可能性が高い。山口県における淡水性魚類と十脚甲殻類の分布パターンを生物地理、水系およびセグメントスケールで調べ

た研究²³⁾では、通し回遊種が海に近い地点と急勾配な地点に出現し長期的に見ると不安定な環境に出現する傾向が示されたが、非通し回遊種では緩勾配な下流域と中流から上流にかけて出現し地誌的な時間スケールにおいても生息場が確保される安定した環境に出現する傾向があることを報告している。このことは、本研究において明らかになったように、通し回遊種であるヌマエビが植生のない砂の上や淵の最深部に高密度で出現したり、ヤマトヌマエビが瀬の礫の下などの比較的不安定な環境に出現したりすること、非通し回遊種であるミナミヌマエビが植生のある止水的環境に出現する傾向が強いことを裏付けるものと考えられる。河川内の環境は季節によって変化し甲殻類の生息場所もそれに応じて変化していると考えられる。たとえば、本研究でも重要な生息場となっていた植生は、冬には枯れてしまうものも多い。また、浮き石の多い場所は、流量が多く流れも速いことが多く生息環境が不安定なことが多い。よって、今後ヌマエビ類に配慮した川づくりについて考察していくためには、河床における生息場の条件や、季節変化に伴う生息場の変化についても調べていく必要があるだろう。

謝 辞

本研究の一部は、(財)河川環境管理財団(2010年2月から2012年1月)の助成により行った。また、匿名の2名の査読者からは、大変有意義なご指摘をいただいた。心からお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 関根雅彦：生息場の価値を数値で表す方法. 水辺の小わざ<改訂増補版> (浜野龍夫・伊藤信行・山本一夫編), 山口県土木建築部河川課, 山口, 41-46 (2008).
- 2) 浜野龍夫, 林 健一：徳島県志和岐川に遡上するヤマトヌマエビの生態. 甲殻類の研究, **21**, 1-13 (1992).
- 3) 浜野龍夫, 鎌田正幸, 田辺 力：徳島県における淡水産十脚甲殻類の分布と保全. 徳島県立博物館研究報告, **10**, 1-47 (2000).
- 4) 宇佐美 葉, 渡邊精一：淡水性エビ類の流程分布様式. エビ・カニ・ザリガニ—淡水甲殻類の保全と生物学— (川井唯史・中田和義編). 生物研究社, 東京, 148-166 (2011).
- 5) 浜野龍夫, 吉見圭一郎, 林 健一, 柿本 皓, 諸喜田茂充：淡水産 (両側回遊性) エビ類のための魚道に関する実

- 験的研究. 日本水産学会誌, **61**, 171-178 (1995).
- 6) 畑間俊弘: 扇型簡易粗石付き斜路式魚道 ("水辺の小わざ"魚道) の設置効果について. 山口県水産研究センター研究報告, **9**, 137-164 (2011).
- 7) 徳島県: 徳島県版レッドデータブック. 徳島県, 徳島 (2001).
- 8) 池田 実: 遺伝学的にみたヌマエビの種. 海洋と生物. 生物研究社, 東京, **123**, 299-307 (1999).
- 9) 荒木 晶, 浜野龍夫: エビ・カニ. 水辺の小わざく改訂増補版> (浜野龍夫・伊藤信行・山本一夫編). 山口県土木建築部河川課, 山口, 122-135 (2008).
- 10) 津田二郎: 魚たちの釣り餌メニューブック. 廣済堂, 東京 (1993).
- 11) 河口洋一: 水辺の植物と生物たち. ARRC NEWS No.6, 1-7 (2003).
- 12) 丹羽伸彰, 横山達也: 兵庫県夢前川水系におけるミナミヌマエビを中心とした十脚甲殻類の分布. 水産増殖, **41**, 519-528 (1993).
- 13) Saito M, Yamashiro T, Hamano T and Nakata K: Factors affecting distribution of freshwater shrimps and prawns in the Hiwasa River, southern central Japan. *Crust Res*, **41**, 27-46 (2012).
- 14) Yatsuya M, Ueno M, Yamashita Y: Occurrence and distribution of freshwater shrimp in the Isazu and Yura Rivers, Kyoto, western Japan. *Plankton Benthos Res*, **7**(4): 175-187 (2012).
- 15) 徳島県県土整備部河川局: 河川の指定状況. 徳島県の河川と海岸, 徳島県県土整備部河川局, 徳島, 122-169 (2001).
- 16) 環境省水大気環境局: 令和2年度公共用水域水質測定結果. 環境省水大気環境局, 東京, 100 (2022).
- 17) 環境省水大気環境局: 平成23年度公共用水域水質測定結果. 環境省水大気環境局, 東京, 7-93 (2012).
- 18) 三矢泰彦, 浜野龍夫: 魚道のないダムが十脚甲殻類の流程分布に与える影響. 日本水産学会誌, **54**, 429-435 (1988).
- 19) Bain M B, Finn J T and Booke H E: Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *N Am J Fish Manag*, **5**, 499-506 (1985).
- 20) 水野信彦, 御勢久右衛門: 河川環境とその調査方法. 河川の生態学 (沼田真監修) 築地書館, 東京, 3-22 (1993).
- 21) 米澤孝康, 齋藤 稔, 山城 考, 浜野龍夫, 中田和義: 河川での野外実験によるモクズガニの隠れ家に関する選好性の評価. 応用生態工学, **19**, 1-11 (2016).
- 22) 中田和義, 浜野龍夫, 天野邦彦, 三輪準二: 淡水性エビ類の生態と保全. エビ・カニ・ザリガニ—淡水甲殻類の保全と生物学— (川井唯史・中田和義編). 生物研究社, 東京, 148-166 (2011).
- 23) 畑間俊弘, 浜野龍夫, 齋藤 稔: 山口県における淡水性魚類・十脚甲殻類の生物地理, 水系, およびセグメントスケールでの分布パターン. 日本生物地理学会会報, **72**, 141-199 (2018).