

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 28 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26740046

研究課題名(和文) 絶滅の危機に瀕したイシガイ目二枚貝類の生息環境の保全再生手法

研究課題名(英文) Conservation and Restoration research for endangered Unionoida mussel habitats

研究代表者

林 博徳 (Hayashi, Hironori)

九州大学・工学研究院・助教

研究者番号：00599649

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、九州北部におけるイシガイ類の分布調査を行い、その生息場所を維持するために必要な物理的条件を明らかにし、氾濫原環境における生物多様性の保全に寄与することを目的として調査研究に取り組んだ。その結果、九州北部におけるイシガイ類の分布の現状を明らかにした。イシガイ類は極めて希少性・危急性が高いことを明らかにした。イシガイ類の生息分布と生息場所の物理環境の関係から、農業用水路のコンクリート化が最も大きな生息制限要因であることを示した。イシガイ類の生息場維持には、供給源となる地点の保全および供給源からの拡散によって再定着が期待できる地点の再生を行っていく必要があることを示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we conducted a survey on the distribution of Unionoida mussels in the northern part of Kyushu, clarified the physical conditions necessary for maintaining their habitat, and investigated the purpose of contributing to conservation of biodiversity in the floodplain environment.

As a result, we clarified the present situation of the distribution of Unionoida mussels in the northern part of Kyushu. It has revealed that Unionoida mussels are extremely rare and urgent. Relationship between distribution of mussels and the physical environment of habitat shows that concrete revetment of agricultural canals is the largest limiting factor. In order to maintain habitat of the mussels, it showed that it is necessary to regenerate the point where redeposition can be expected due to preservation of supply point and diffusion from supply source.

研究分野：河川工学・河川環境

キーワード：イシガイ目二枚貝 氾濫原 生物多様性 九州

1. 研究開始当初の背景

(1) イシガイ目二枚貝の生息場 氾濫原環境の現状

本研究で対象とするイシガイ目二枚貝 (図-1; 以降イシガイ類と呼ぶ) は, 世界各地の淡水環境に広く分布し, 特に氾濫原環境に依存する生物の一つである。

氾濫原とは, 河川水が洪水時に氾濫する範囲と定義され, 河川中下流域に多く形成される。本邦の氾濫原環境は, 河川堤防の内側に形成されるワンドや, 河道外の農業用水路等に代表される。氾濫原は, 陸域と水域の中間的な環境を形成し, 定期的な冠水に適応した特有の生物相を育む重要な機能を有する。しかし, 本邦の氾濫原は, 都市化や過度な河川改修, 水田と河川本流の連続性の分断等に伴い劣化し, 氾濫原生態系も危機的状況にある (島谷ほか 2003)。氾濫原は生物の多様度も高く, 河川生態系上重要なハビタットであり

(Tockner & Stanford 2001), 河川中下流域生態系の健全な管理を行うためには, 氾濫原環境の保全・再生が不可欠である。



図-1 研究対象とする二枚貝類 (ヌマガイ)

(2) なぜイシガイ目二枚貝に着目するのか?

イシガイ類は, 軟体動物門に属し, 日本国内では全 18 種が報告されている。そのうち 13 種 (約 70%) が絶滅危惧種として環境省のレッドリストに掲載されており (環境省 2007), 生息環境の保全・再生が急務である。イシガイ類は, 優れた水質浄化能力を有することが報告されており (千葉ほか 2001), 河川環境の水循環への寄与も大きいものと思われる。またイシガイ類は, 幼生期にヨシノボリ類等の魚類に寄生するという生活史を経て稚貝へと成長することや, 絶滅が危惧されるタナゴ・ヒガイ類の産卵基質となる等, 魚類との綿密な共生関係を有している (図-2)。そのためイシガイ類が生息する環境は, 宿主魚類やタナゴ・ヒガイ類にとって比較的良好な生息環境が維持されていることを示す。すなわち, イシガイ類は河川生態系におけるキーストン生物の一つであり, 氾濫原環境の重要な環境指標生物である (根岸ほか 2008a)。これらが, 申請者がイシガイ類に着目する大きな理由である。

(3) 国内外のイシガイ類の生息環境保全・再生に関する研究動向

イシガイ類の生息環境に関する研究は, 海外では欧米を中心に広く実施されている。その生息分布に影響を及ぼす要因は, 物理環境 (たとえば Morales et al.2006), 水質, 共生魚類との関係などが指摘されている。一方, 日本国内では欧米に比べ知見の蓄積が少なく, 特に生息場所環境条件等に関する応用的側面からの研究不足が指摘されている (根岸ほか 2008b)。

たとえば, イタセンパラ (=種指定の天然記念物のタナゴ) 生息で有名な淀川の城北ワンド群では, イタセンパラの産卵基質となるイシガイ類の生息場環境再生の取り組みが行われているが, 2003 年に導入した二枚貝はその年の出水ですべて流失した (木村 2011) など, 持続的なイシガイ類の生息場環境の再生には成功していない。

このように, 本邦では “どのような河川管理を行えば良好なイシガイ類の生息環境が維持されるのか” ということが全く明らかにされていない。河川管理上は, イシガイの生息場の維持に必要な物理環境要因を明らかにすることが必要であり, この点が明らかになっていないことはイシガイ類研究の大きな課題である。

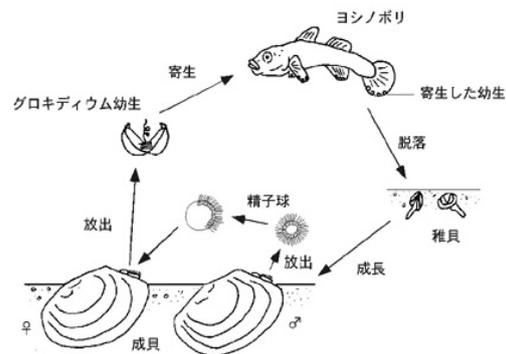


図-2 イシガイ類の生活史 (近藤 2008 より引用)

2. 研究の目的

本研究は, 九州北部における網羅的なイシガイ類の分布状況調査を行い, その生息場所を維持するために必要な物理的条件を明らかにする。さらに, どうすればイシガイ類の絶滅を防ぐことができるかについての知見を得, 氾濫原環境における生物多様性の保全に寄与することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 研究対象地

本研究では, 九州在来のイシガイ類 8 種の自然分布域をカバーする水系 (筑後川・六角川・菊池川・松浦川・遠賀川) を主な対象流域とし, セグメント 2 の流量 (河床勾配が

1/400~1/5000) に分布する氾濫原環境を調査対象とした。調査地点は、河道内のワンドやタマリ、および流域内にある支川・農業用水路等とした。

#### (2) 二枚貝の分布状況調査

イシガイ類の生息分布状況の網羅的かつ定量的な調査を実施した。各調査地点において、努力量を統一(3名×10分)し採捕を行った。採集道具は主に鋤簾・タモ網を使用し、必要に応じて潜水目視による確認を並行して行った。なお捕獲した二枚貝は、種同定の後、種ごとの個体数および殻長の計測を行い、もとの生息場所に速やかに放流した。

#### (3) 物理環境調査

分布状況調査を行った各地点において、物理環境と水質の測定を行った。物理環境の測定項目は流速、水深、水面幅、河床材料の代表粒径、粒度分布、堆積厚、沈水植物の被度、腐植の被度、護岸形態、川幅変化の有無、蛇行の有無、農閑期通水の有無である。ただし粒度分布については Udden-Wentworth scale に従い、巨礫(256mm以上)、大礫(64~256mm)、中礫(16~64mm)、小礫(2~16mm)、砂(0.062mm~2mm)、シルト(0.004~0.062mm)、粘土(0.004mm以下)の7つに区分し、面積比を5%単位であらわした。水質の測定項目は水温、pH、EC、ORP、DO、濁度、クロロフィル a とした。

### 4. 研究成果

#### (1) 九州北部のイシガイ類の分布状況の現状

本研究では、平成26~28年度にかけて計488地点でイシガイ類の採捕調査を行った。そのうち135地点でイシガイ類の生息が確認された。調査で採捕したイシガイ類の個体数は計8種2705個体にのぼった。調査を行った地点のうち、イシガイ類が比較的安定的に生息していると思われる地点(個体数が30個体以上)については、全調査地点488地点のうち19地点のみであった。このことからイシガイ類全体でみても、九州北部における安定した生息場所は極めて限定されており、イシガイ類の生息状況は危機的であることが明らかとなった。確認された8種の内訳は、イシガイ、ヌマガイ、タガイ、トンガリササノハガイ、マツカサガイ、ニセマツカサガイ、オバエボシガイ、カタハガイであった。そのうちイシガイについては比較的広範囲で安定した個体数を確認できた。一方で、カタハガイ、オバエボシガイについては分布域および個体数ともに極めて限定されており、危険性が高いことが示唆された。

生息場所については、河道本流(河道内)ではなく、河道外の農業用水路が主要な生息場所として機能していることが明らかとなった。さらに、河道外氾濫原環境である農業用

水路における綿密な生息状況調査から、同一氾濫原内においても、水路系統ごとに分布する種構成が異なるなど、水路系統毎で分布状況が異なることが明らかとなった(図-7)。

#### (2) イシガイ類の生息に有利な物理環境特性およびイシガイ類の生息制限要因

##### ① 広域的調査結果から見るイシガイ類の生息に影響を与える物理環境要素

生息地点数が比較的多かったイシガイを対象とし、イシガイの分布に影響を与える要因について解析を行った。イシガイ類の生活史を考慮すると、宿主魚類の分布もイシガイの分布に影響を及ぼす可能性が考えられるため、検討にあたっては物理環境に加え宿主魚類の分布も生息制限要因の候補として加えることとした。生息制限要因の検討にあたっては一般化線形モデルを利用した。なお、宿主魚類はイシガイの寄生宿主とされるオイカワ、カワムツ、ヨシノボリの3種を対象とし、本研究と同一調査地点で魚類調査を行った九州大学大学院農学研究院アクアフィールド科学研究室鬼倉助教(研究協力者)から、その不在データを提供して頂いた。

解析の結果、イシガイ類の生息分布に正の影響を与えると思われるものとして、“河床材料の堆積、川幅変化、農閑期通水、沈水植物の被度、宿主魚類の分布が挙げられ、負の影響を与えると思われるものとして”洪水時の流速、腐食植物(落葉・枯枝など)の堆積被度“挙げられた。それに加え、適した値の範囲が存在するものとして、”流速、水面幅“が挙げられた。すなわち、イシガイの生息分布には、流れが速すぎない(流速概ね50cm/s以下)、砂や礫が堆積している、農閑期でも水路内に水が流れている、適度に水草が繁茂している、宿主魚類が生息しているという条件を有する水路が重要であると思われる。このような条件を有する水路は、いわゆる昔ながらの素掘りの土羽護岸の農業用水路である。しかしながら、現状は多くの素掘りの農業用水路がコンクリート3面張りの水路に改変されつつあり(図-3;本研究期間いたる所で改修が進んでいた)、イシガイ類の生息環境は急速に劣化している。圃場整備等に伴う農業用水路の改変(素掘り→コンクリート)について、水理的な側面から考察を行った結果、流速は約1.7倍に増加することが明らかとなった。例えば、水路勾配1/1500、蛇行度1.1、水路幅、2.0m、水深40cm、流速40cm/sの素掘りの水路が、直線化、コンクリート化された場合、河床勾配や粗度係数が上昇するため、流速は68.5cm/sに増大する。そのため、二枚貝の生息に必要な河床材料が失われるとともに、二枚貝そのものも定置できなくなる。すなわち、改修前は生息に適していた環境も改修後は、物理的に二枚貝が生息できない環境に変化する。このことは、イシガイ類の生息分布を制限する最も大きな要因であると推測される。



図-3 農業用水路の改変は、二枚貝の生息場所の物理環境を劇的に変化させる（水路勾配の上昇、粗度の低下、流速の増大、河床材料の喪失）。イシガイ類の分布を制限する最大の要因である。

②水路の護岸形態とイシガイ類のボロボロ度の関係

イシガイ類は、その殻の表面が黒ないしは茶色に近い色を呈している。しかし何らかの外的な刺激によってダメージを受けた場合、殻の表面が剥がれて、白い真珠質の層が露出する（図-4）。ダメージが顕著な場合、二枚貝の肉質部分が露出してしまい、生死に影響を与えるものと推測される。そのため、二枚貝が外的な刺激によって殻にダメージを受けることは、少なからず生息分布に影響を与えるものと思われる。そこで本節では、殻面積に対する真珠質の部分が露出している面積の割合を“ボロボロ度”として算出し、護岸形状との関係性について整理を行った。対象としたのは生息分布調査で採捕したイシガイのうち菊池川流域で採捕された382個体である。ボロボロ度の算出は、イシガイを写真のように後縁部を右側に殻頂部を上側にした状態で真上から撮影し、イシガイの全表面積に対するダメージを受けている部分（白色の部分）の面積の割合を算出することで行った。結果を図-5に示す。全体的な傾向として殻長が大きい個体ほどボロボロ度は高い傾向を示していることがわかる。これは、生存年数に応じてダメージを受ける機会多いことに起因していると思われる。護岸形状別（土羽護岸、二面コンクリ護岸、三面コンクリ護岸）に見ると、土羽護岸に生息する個体は殻長が大きくなるにつれて緩やかにボロボロ度が上昇するものの、すべての個体がボロボロ度15%以下となっている。一方で、三面コンクリ護岸、二面コンクリ護岸に生息する個体については、殻長4cm程度を境に、ボロボロ度が劇的に上昇していることがわかる。多くの個体がボロボロ度20%を超えており、ボロボロ度が60%をこえる個体も確認された。三面コンクリ護岸と二面コンクリ護岸との間には、顕著な違いは見られなかった。土羽護岸の水路に生息する個体のボロボロ度が、二面コンクリ護岸や三面コンクリ護岸に生息する個体に比べて低い（平均値で約1/5）ことから、土羽護岸に生息する個体は比較的外的要因によるダメージを受けていないことがわかる。このことは、土羽護岸（素掘りの水路）がイシガイにとって好適な環境を提供していることを示すとともに、護岸をコンクリ

ート等で整備することが、イシガイ類に外的なダメージを与えていることを示すものである。



図-4 外的刺激によって殻の一部が剥がれた個体（写真はマツカサガイ）

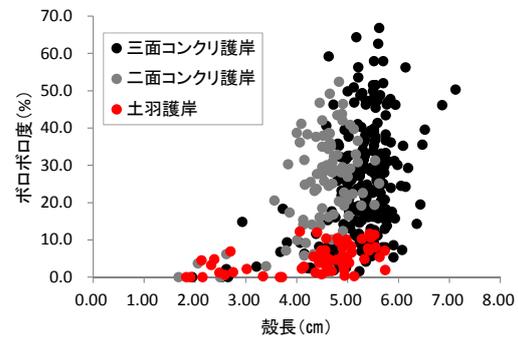


図-5 水路の護岸形態とイシガイのボロボロ度の関係

(3) 残された好適生息場所の特徴

イシガイ類の生息が比較的安定的に確認された良好な生息場所の特徴について以下に整理する。イシガイ類の現存する好適生息場所は、大きく分けて2つのタイプに分けられると考えられる。1つは「圃場整備の影響をあまり受けずにイシガイ類が残存した地点」、もう1つは「圃場整備の影響を受けたが、年月を経てイシガイ類が再定着した地点」である。前者のような地点は、例えば図-6に示したように、氾濫原の自然堤防上に立地した集落の周りを流れることから、圃場整備の際にほとんど手が加えられずに元の流路や土羽護岸が残され、圃場整備前後で物理環境の変化が小さかったと考えられる地点である。ある水系の調査では、実際にイシガイ類は元の流路が残された区間のみ生息しており、この上下流での生息は確認できなかった。また、後者のように年月を経てイシガイ類が再定着する地点の場合は、再定着するイシガイ類の供給源となる地点が近隣に存在する必要があるため、前者のように圃場整備の影響を受けずにイシガイ類が生存した地点が同一水路系統内に存在すると考えられる。そのようなイシガイ類の供給源となる地点から、宿主魚類の移動などにより拡散され、再定着すると考えられる。なお、そのように再定着したと思われる生息場所は、多くがホットスポットの近傍か水路の末端（下流端）に近い個

所に位置していた(図-7)。下流端近傍に多く分布している要因としては、河床材料やイシガイ類そのものが出水時にフラッシュされて流下し、堆積したためと思われる。このように、イシガイ類の分布は水路の形状や改修状況だけでなく、水路網の繋がりやホットスポットとの関係等とも強く関係していると考えられる。以上のことから、イシガイ類の生息場の維持のためには、それぞれの地点を単なる点として考えるのではなく、面的な視点に立ち、供給源となる地点の保全および供給源からの拡散によって再定着が期待できる地点の再生を行っていく必要がある。



図-6 自然堤防沿沿いに残された水路(赤丸で囲んだ地点：イシガイ類の好適生息場所)

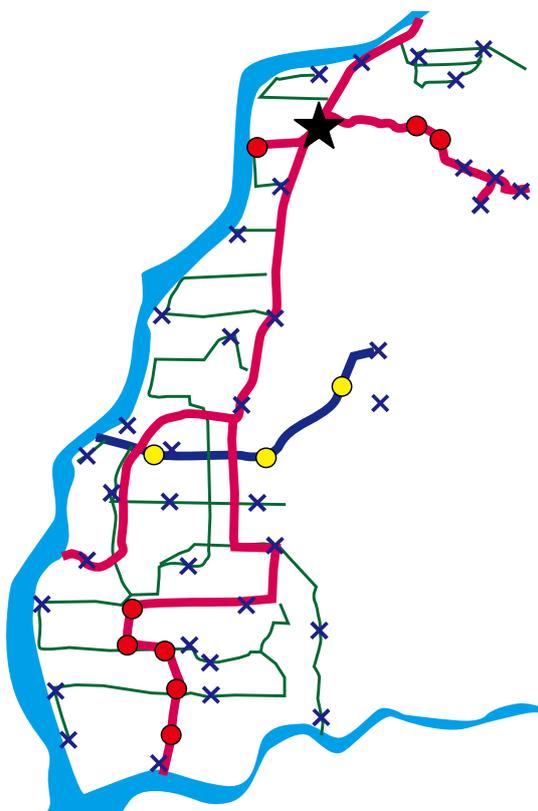


図-7 A川(菊池川水系)の河道外氾濫原におけるイシガイ類分布状況と水路網の関係：水路系統毎で出現種が異なり(黄色マツカサガイ, 赤色イシガイ), 分布はホットスポット(★印)近傍と水路末端近傍に集中している。

#### (4) イシガイ類の生息場の保全・再生へ向けた提案

以上の成果を踏まえて、イシガイ類の生息場保全・再生へ向けた提案を、本研究のまとめとして以下に述べる。

①イシガイ類の安定した生息が確認された地点については河川管理者や地元住民と協議を行い、イシガイ類の生息分布状況を公開するとともに保全地区等の指定を行う：

本研究の網羅的な調査により、イシガイ類の生息分布は極めて限定的であり、その希少性や急性性が明瞭に示された。そのため、今後はホットスポットと思われる生息場所については早急に行行政的な手続きを含めた保全策が必要であると考えている。またホットスポットの多くが農業用水路であるため、地権者や農業従事者との合意形成が今後は重要な課題である。なお、研究代表者は現在各地で河川管理者等と協議を進めている段階である。

②洪水時の流速を低減させる工夫や河床材料が堆積しやすくする工夫を施す：

イシガイ類の生息のもっとも大きな制限要因は農業用水路のコンクリート化であることは先に述べた。しかし、コンクリート化された水路でもイシガイ類が生息できている場所の特徴としては、洪水時の流速が遅いことや水路の局所的な形状変化等によって土砂の堆積が良好であることが挙げられる。そのため、局所的に水路幅を広げるあるいは、河床に突起物を設けるなどして、洪水時流速の低減や土砂の堆積を促進させるような工夫を行うことが重要であると考えられる。なお、生息場所の再生に取り組む場合は供給源(ホットスポット)との関係性が重要となる。ホットスポットから流下してきたイシガイ類をトラップして生息場を再生する場合は、ホットスポット下流に再生地点を選定するのが望ましい。上流への拡散を期待するには宿主魚類の移動経路を確保することが必要となる。このように、生息場所の再生を効果的に行うためには、水系単位での上下流の連続性や関係性について十分に検討した上で戦略的に取り組む必要がある。

#### <参考文献>

- ① 島谷幸宏・今村正史・大塚健司・中山雅文・泊耕一(2003)：松浦川におけるアザメの瀬自然再生計画，河川技術論文集，14，451-456.
- ② Tockner, K., & Stanford, J. A. (2002). Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29(3), 308-330.
- ③ 千葉信夫, 西村修, 土田茂(2001). 淡水二枚貝の濾水速度について，土木学会第56回年次学術講演会講演集，114-115,
- ④ 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明(2008a). 指標・危急生物としての

イシガイ目二枚貝:生息環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ, 応用生態工学, 11(2), 195-211

- ⑤ Morales, Y., Weber, L. J., Mynett, A. E., & Newton, T. J. (2006). Effects of substrate and hydrodynamic conditions on the formation of mussel beds in a large river. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(3), 664-676
- ⑥ 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明 (2008b). イシガイ目二枚貝の生態学的研究:現状と今後の課題, 日本生態学会誌, 58, 37-50
- ⑦ 木村英造 (2011) イタセンパラを守る苦渋と戦いの記録, 絶体絶命の淡水魚イタセンパラ希少種と川の再生へ向けて, 日本魚類学会自然保護委員会編, 115-117, 東海大学出版会

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- ① 林 博徳, 稲熊祐介, 大坪寛征, 松浦川におけるイシガイ目二枚貝の生息分布とワンド形状の関係, 土木学会論文集 G (環境), 71, 6, II\_163, II\_170, 2015. 10
- ② 皆川朋子, 岡村麻矢, 鬼倉徳雄, 林 博徳, 島谷 幸宏, 菊池川において氾濫原依存魚種保全を目的に造成された伏流水流入ワンドの有効性評価, 河川技術論文集, vol. 21, 19-24, 2015

〔国際会議 Proceedings〕(計 1 件)

- ① Hironori Hayashi, Yukihiro SHIMATANI, Yusuke Inaguma, DOES HYDRAULIC CHARACTERISTIC OF FRESH WATER MUSSEL DECIDE ITS DISTRIBUTION? A CASE STUDY IN AZAMENOSE WETLAND IN JAPAN, 11th International Symposium on Ecohydraulics, 2016. 2

〔学会発表〕(計 5 件)

- ① 林博徳, 菊池川のイシガイ目二枚貝一分布の現状と保全・再生へ向けて一, 応用生態工学第 20 回大会, 2016. 9. 3, 東京都文京区
- ② Hironori Hayashi, Yukihiro Shimatani, Yusuke Inaguma, Does hydraulic characteristic of fresh water mussel decide its distribution? -A Case Study in Azamenose in Japan -, The 11th International Symposium on Ecohydraulics, 2016. 2. 7, Melbourne Australia
- ③ 林 博徳, 稲熊祐介, 大坪寛征, 松浦川におけるイシガイ目二枚貝の生息分布とワンド形状の関係, 第 43 回環境システム研究論文発表会, 2015. 10. 17, 北海

道札幌市

- ④ 大坪寛征, 林博徳, 島谷幸宏, コンクリート三面張り水路における微小な形状変化がイシガイ目二枚貝の生息に与える影響, 応用生態工学第 19 回大会, 2015. 9. 10, 福島県郡山市
- ⑤ 皆川朋子, 岡村麻矢, 鬼倉徳雄, 林 博徳, 島谷 幸宏, 菊池川において氾濫原依存魚種保全を目的に造成された伏流水流入ワンドの有効性評価, 河川技術シンポジウム, 2015. 6. 10, 東京都文京区

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 博徳 (HAYASHI, Hironori)  
九州大学大学院・工学研究院環境社会部門・助教

研究者番号: 00599649

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

島谷 幸宏 (SHIMATANI, Yukihiro)

鹿野 雄一 (KANO, Yuichi)

大坪 寛征 (OHTSUBO, Hiroaki)

中島 淳 (NAKAJIMA, Jun)

鬼倉 徳雄 (ONIKURA, Norio)