

3.2 全国 10 地区のデータを用いた解析

3.2.1 環境配慮対策の効果の解析

実証区（生態系配慮施設が設置されている地点）と対照区（コンクリート三面張り水路等）における魚類の多様度指数をデータ群間で比較した結果、実証区の多様度指数の方が対照区よりも有意に高いことが確認された。

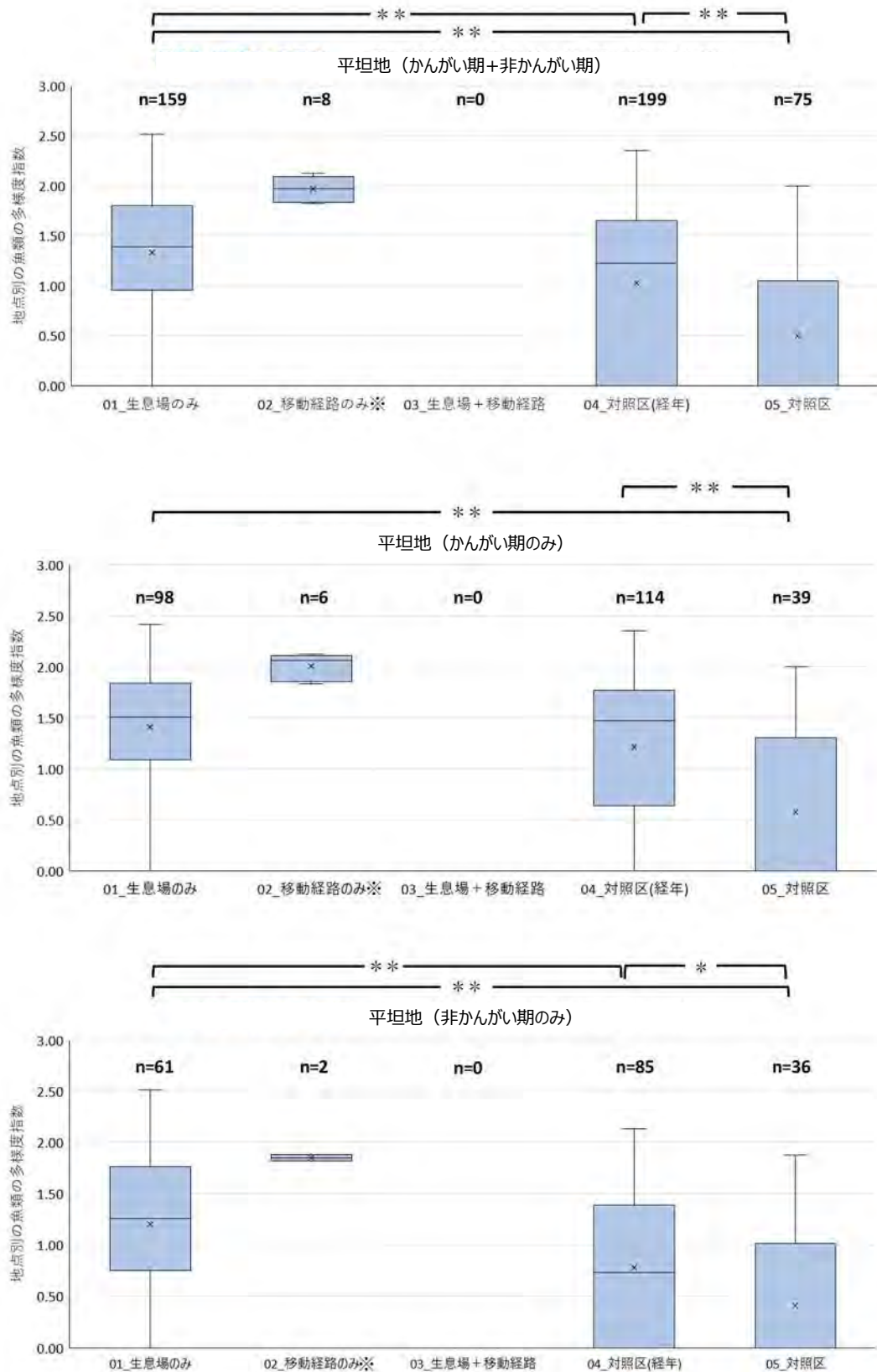
全国 10 地区の全調査回・全地点の魚類の多様度指数（シャノン・ウィーバー）を算出し、5つの配慮区分（区分の内訳は 3.1.2 章（2）c を参照）で分けたデータ群間での有意差検定を行った。有意差検定に当たり、当初は全国 10 地区の多様度指数データをまとめて解析していたが、うまく有意差が見いだせなかったことから、データセットを平坦地と傾斜地の 2 つの地区区分（区分の内訳は 3.1.2 章（1）を参照）に分けて解析した。

平坦地に該当する 5 地区では、配慮区分のうち「生息場＋移動経路」に該当するデータは無く、「移動経路のみ」はデータ数が他のグループと比べて少ないため、3 つのデータ群での比較となった。解析の結果、実証区の「生息場のみ」のデータ群と、「対照区（経年変化無し）」のデータ群との組合せのそれぞれにおいて、通年（かんがい期＋非かんがい期）、かんがい期、非かんがい期のいずれにおいても有意差がみられた。平坦地では実証区が対照区（経年変化無し）よりも魚類の多様度指数が有意に高い状況が確認され、年間を通して生態系配慮施設の設置効果が発揮されていることが示唆された。

傾斜地に該当する 5 地区の解析の結果、実証区の「生息場のみ」および「生息場＋移動経路」のデータ群と、「対照区（経年変化無し）」のデータ群との組合せのそれぞれにおいて、通年（かんがい期＋非かんがい期）、かんがい期、非かんがい期のいずれにおいても有意差がみられた。一方で、「移動経路のみ」のデータ群と、「対照区（経年変化無し）」のデータ群との組合せについては、通年（かんがい期＋非かんがい期）及びかんがい期では有意差がみられたが、非かんがい期は有意差がみられなかった。傾斜地では、移動経路確保のための魚道等の施設の設置効果がかんがい期に発揮されていることが示唆された。

平坦地・傾斜地とも、生態系配慮施設が設置された実証区において対照区（経年変化無し）よりも魚類の多様度指数が有意に高い傾向がみられたことから、今回の 10 地区においては、土地改良事業によって配慮施設が整備されたことによって、魚類の生息環境が創出・再生され、事業完了後も維持されている地点が多いことが示唆された。

なお、傾斜地の比較結果では、配慮施設の目的別（生息場のみ、移動経路のみ）や組合せ（生息場＋移動経路）による魚類の多様度指数の明確な差は見いだせず、必ずしも複数施設を組み合わせることが魚類の多様度を高めるわけではないことも示唆された。個々の施設の生態系配慮効果の発揮状況については、施設の維持管理状況や周辺水路等の接続性などもふまえ、個別に評価していく必要があると考えられる。



※平坦地の「02_移動経路のみ」は、他のグループと比べてサンプル数が少ないため、参考情報としてグラフ上に表記するが、統計解析には含めなかった。

凡例
 * : $p < 0.05$
 ** : $p < 0.01$

図 3-5 魚類の多様度指数の配慮区分別の比較（平坦地）

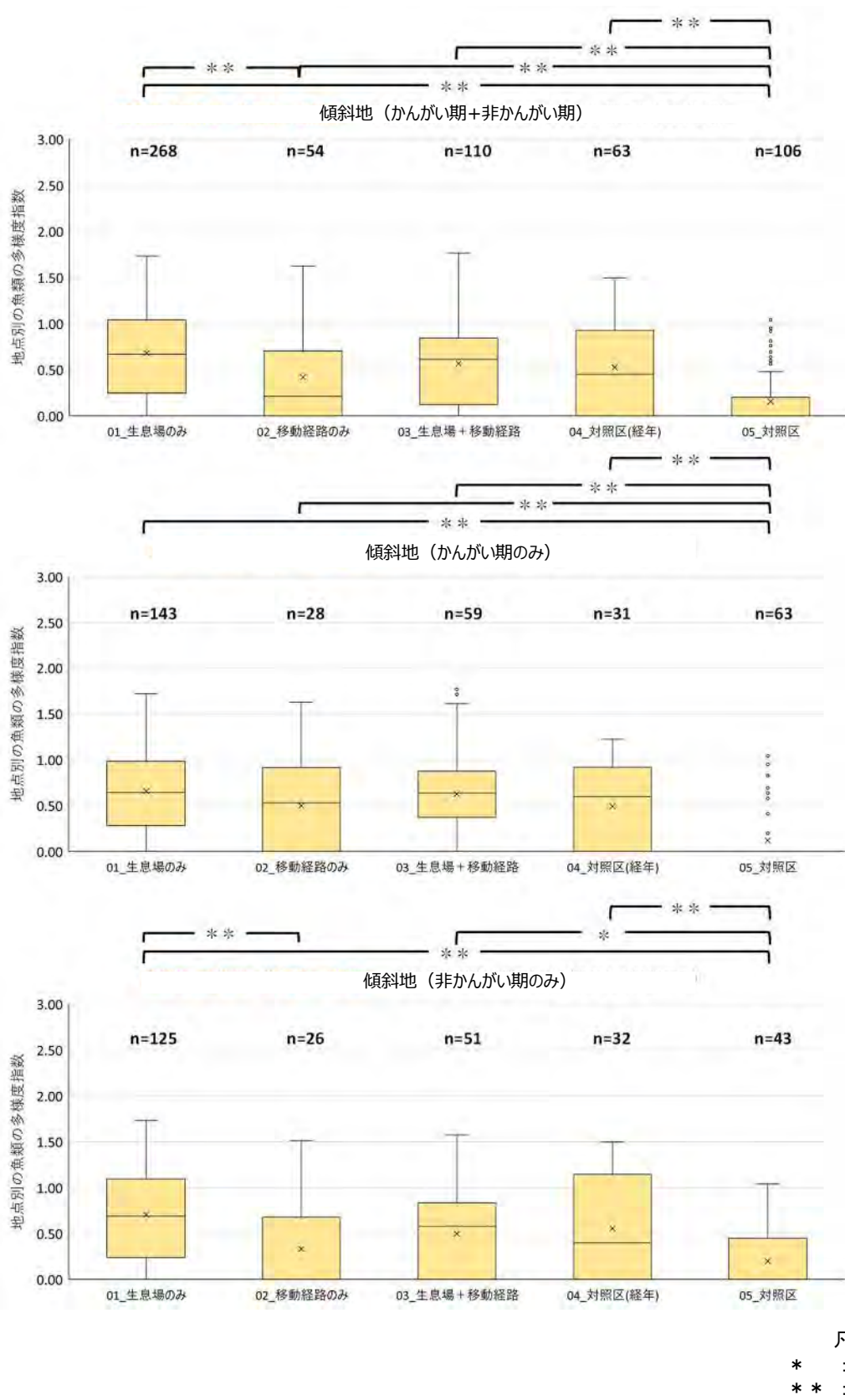


図 3-6 魚類の多様度指数の配慮区分別の比較 (傾斜地)

3.2.2 生態系配慮施設ごとの解析

生息場確保のための配慮施設 6 種、移動経路確保のための配慮施設 2 種について、配慮施設ごとに、実証区と対照区（経年変化無し）の魚類の多様度指数を比較した結果、いずれの施設も実証区において多様度指数が有意に高くなっていた。併せて各施設設置による配慮効果が想定される環境要素（流速、底質、植生等）の比較においても、実証区のデータ群の中央値がより好適な環境側にあることが確認され、データ群間でも有意な差が確認された。

(1) 解析対象とした生態系配慮施設

解析対象とした生態系配慮施設の種類を表 3-11 に示す。

表 3-11 解析対象とした生態系配慮施設の種類（表 3-5 を再掲）

区分	施設の種類	主な機能	施設設置により想定される環境の変化	施設の種類
生息場	配慮護岸（水路壁の配慮）	産卵場の提供、隠れ場・退避場の提供	植生繁茂（水際）、流速緩和（水際）、空隙などの多様な空間の出現	石積護岸、井桁沈床工、蛇籠工、木柵階段工、空石積断面、浅瀬護岸、現況保全※
	二面張り水路（水路底の配慮）	産卵場の提供、隠れ場・退避場の提供	土砂堆積、植生繁茂（水路底）	二面張空石積断面、二面張割栗石積断面、玉石、土水路、ポーラスコンクリート、砂底水路、砂底水路（ぬくめ付）
	深み工	産卵場の提供、隠れ場・退避場の提供、越冬場の提供	土砂堆積、流速緩和、水深の確保	深み工（滞筋）、深み工（低水溝）、堆砂工、人工淵、配慮マス
	ワンド工	産卵場の提供、隠れ場・退避場の提供	流速緩和、土砂堆積、植生繁茂	ワンド工
	魚巣ブロック	隠れ場・退避場の提供	流速緩和、遮蔽された空間の出現	魚巣ブロック、魚巣ブロック（横穴）、
	ビオトープ	産卵場、越冬場の提供	低水位時期の水深の確保、止水域の確保、隠れ場となる空間の出現	ビオトープ
移動経路	水路魚道	落差等がある水路網における移動性の確保	水路—水路の連続性の確保	水路魚道（千鳥 X 型）、階段式落差工（魚道タイプ）、粗石付き魚道
	水田魚道	産卵場への移動経路の提供	水路—田の連続性の確保	水田魚道

※現況保全は自然護岸であるため、配慮護岸に含めた。

(2) 生態系配慮施設ごとの解析結果の概要

a. 配慮護岸

配慮護岸は、魚類の生息場・産卵場・隠れ場等として、水際の多様な流速、植生繁茂などの環境を創出することを目的とする施設である。

配慮護岸が設置されている地区は、A 地区、B 地区、D 地区、G 地区、H 地区、I 地区、J 地区、K 地区である。

かんがい期・非かんがい期のいずれも、配慮護岸ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも「魚類の多様度指数」が高く、「ドジョウ属（在来種）個体数」、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」が多い傾向がみられた。

環境データでは、かんがい期において、配慮護岸ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも、「地点内の平均流速」が遅く、「抽水植物の幅」が大きい傾向がみられ、両データ群間に有意差がみられた。

以上、本調査の結果から、配慮護岸が設置されている地点において、魚類の多様度指数等が高く、流速が多様で、植生が繁茂している状況が推察され、配慮護岸が設置されてから数年以上が経過しても、多くの地点で生態系配慮効果が継続していることが示唆された。

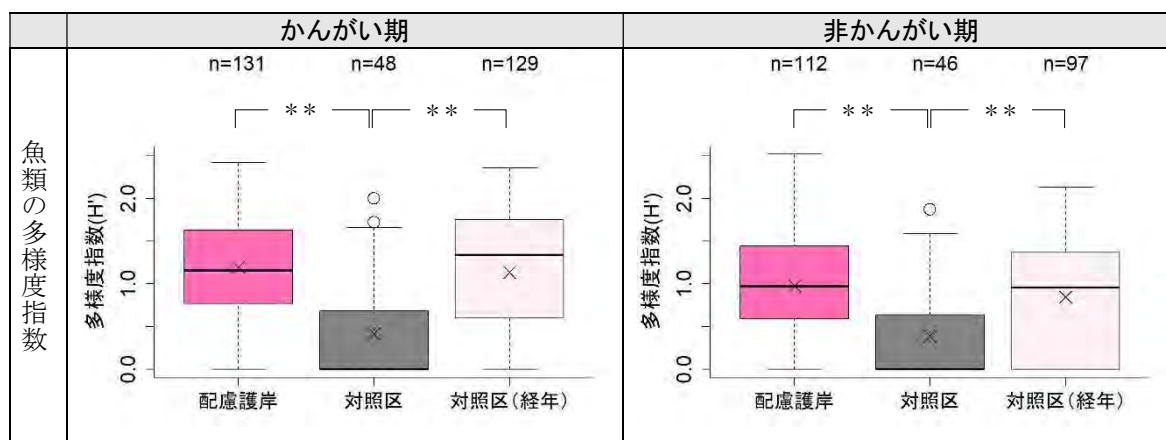


井桁沈床工 (A 地区)



配慮護岸 (I 地区)

図 3-7 各調査地区において設置されている配慮護岸

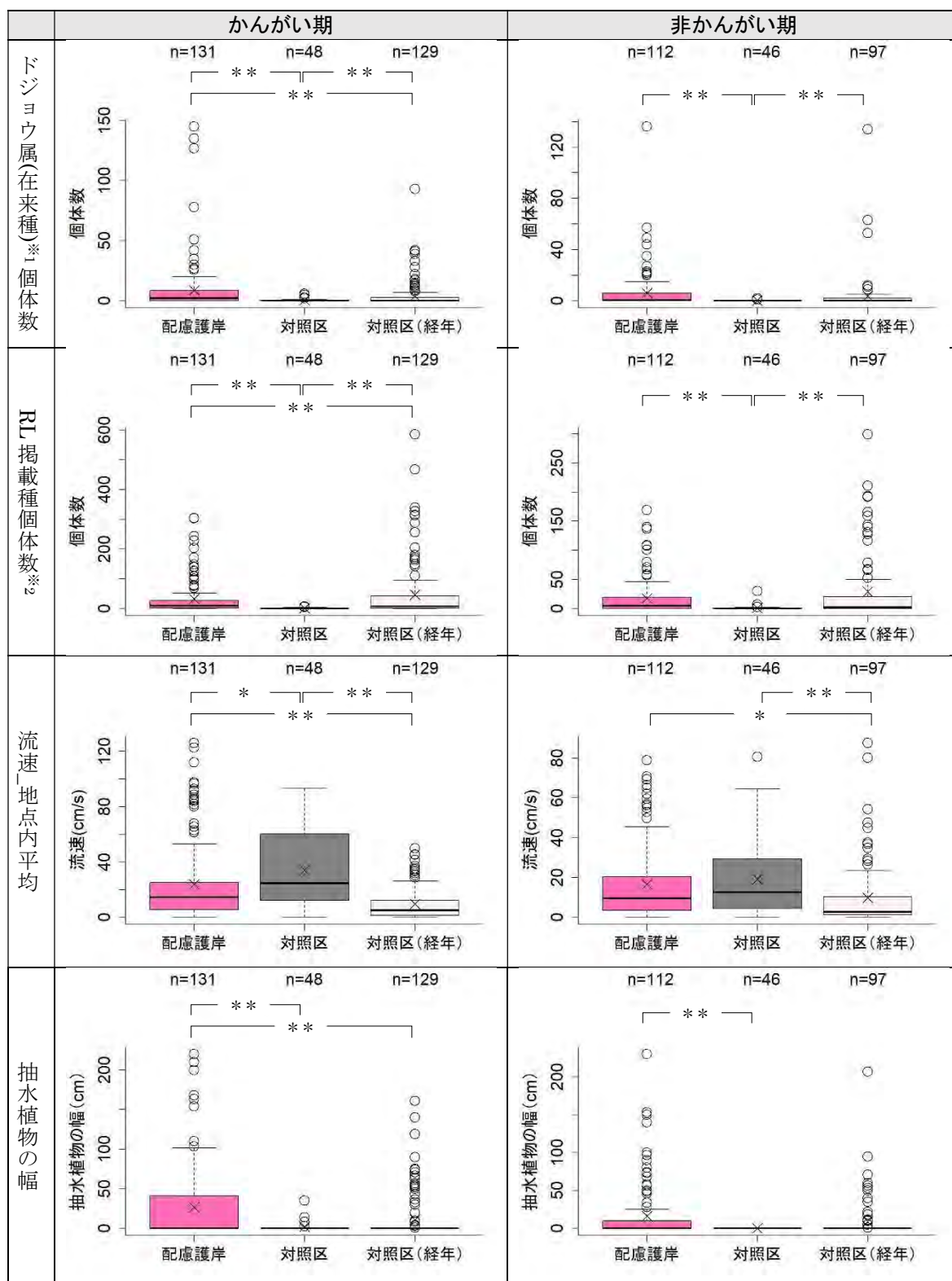


凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-8 (1) 実証区（配慮護岸設置地点）と対照区のデータ群の比較



※1 在来種のみ。カラドジョウは含めない。

※2 RL 掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数

凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-8 (2) 実証区 (配慮護岸設置地点) と対照区のデータ群の比較

b.二面張り水路

二面張り水路は、魚類の生息場・産卵場等として、多様な底質、流速、水深、植生繁茂などの環境を創出することを目的とする施設である。

二面張り水路が設置されている地区は、A 地区、B 地区、E 地区、G 地区、H 地区、K 地区である。

生物データをみると、かんがい期・非かんがい期ともに二面張り水路ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも「魚類の多様度指数」が有意に高く、「ドジョウ属（在来種）個体数」、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」も有意に多い傾向がみられた。

環境データでは、かんがい期において、二面張り水路ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも、「地点内の平均流速」が遅く、「抽水植物の幅」が大きい傾向がみられ、両データ群間に有意差がみられた。

以上、本調査の結果から、二面張り水路が設置されている地点において、魚類の多様度指数等が高く、かんがい期には流速が緩和され、植生が繁茂している状況が推察され、二面張り水路が設置されてから数年以上が経過しても、多くの地点で生態系配慮効果が継続していることが示唆された。



二面張り水路 (B 地区)

ポーラスコンクリート (E 地区)

図 3-9 各調査地区において設置されている二面張り水路

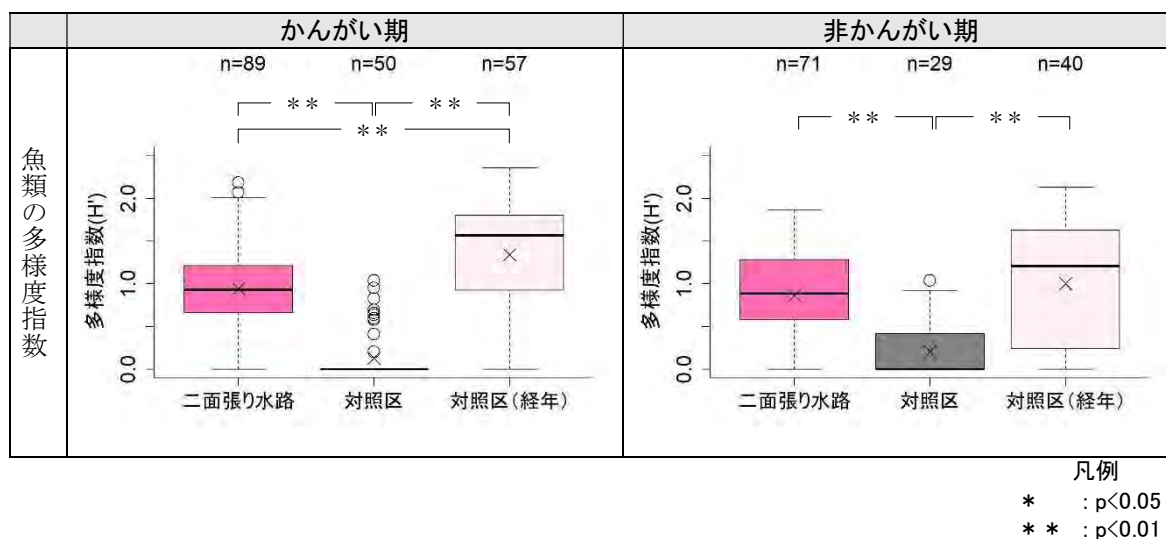
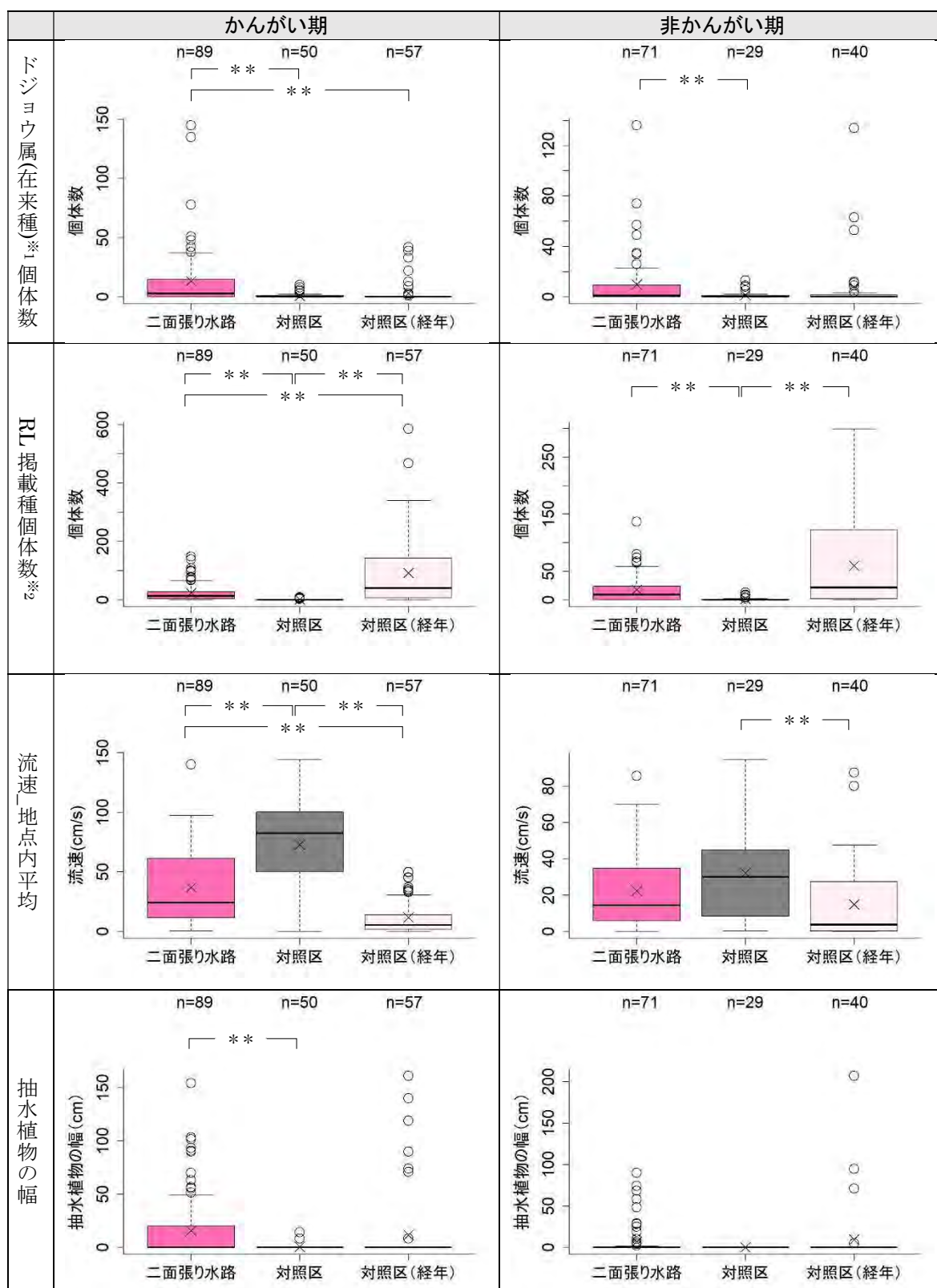


図 3-10 (1) 実証区（二面張り水路設置地点）と対照区における魚類の多様度指数の比較



※1 在来種のみ。カラドジョウは含めない。

※2 RL 掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数

凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-10 (2) 実証区(二面張り水路設置地点)と対照区における魚類の多様度指数の比較

c.深み工

深み工は、魚類の生息場や隠れ場、越冬場等として、水深確保や多様な底質、植生繁茂などの環境を創出することを目的とする施設である。

深み工が設置されている地区は、A地区、B地区、E地区、F地区、G地区、H地区、I地区、J地区である。

生物データをみると、全地区において、深み工ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも「魚類の多様度指数」が高く、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」が多い傾向がみられた。

環境データでは、かんがい期・非かんがい期のいずれにおいても、深み工ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも、「地点内の平均水深」が高く、「河床材料の砂比率」が大きい傾向がみられ、両データ群間に有意差がみられた。

以上、本調査の結果から、深み工が設置されている地点において、魚類の多様度指数等が高く、水深が大きく、底質も適宜堆積している状況が推察され、深み工が設置されてから数年以上が経過しても、多くの地点で生態系配慮効果が継続していることが示唆された。



深み工(F地区)

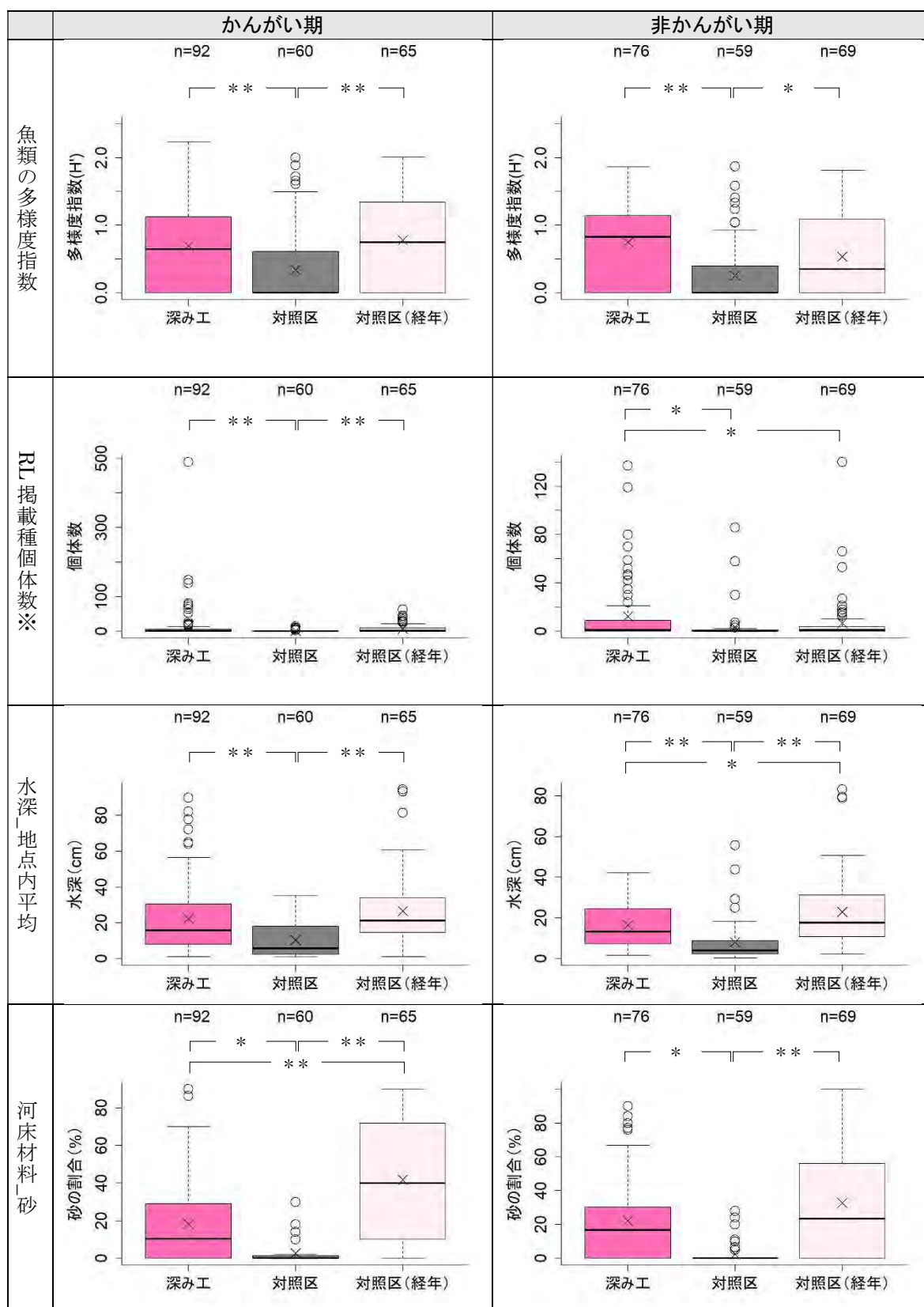


深み工(A地区)



低水溝(J地区)

図 3-11 各調査地区において設置されている深み工



※RL 掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数

凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-12 実証区（深み工設置地点）と対照区における魚類の多様度指数の比較

d. ワンド工

ワンド工は、魚類の産卵場・避難場等として、流速緩和、底質堆積、植生繁茂などの環境を創出することを目的とする施設である。

ワンド工が設置されている地区は、B地区、E地区、F地区、H地区、J地区である。

生物データをみると、全地区において、時期に関わらず、ワンド工ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも「魚類の多様度指数」が高く、「ドジョウ属（在来種）個体数」、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」が多い傾向がみられた。

環境データでは、かんがい期・非かんがい期のいずれにおいても、ワンド工ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも、「地点内の平均流速」が遅く、「抽水植物の幅」が大きく、「河床材料の砂比率」が大きい傾向がみられ、両データ群間に有意差がみられた。

以上、本調査の結果から、ワンド工が設置されている地点において、対照区よりも、魚類の多様度指数等が高く、流速が小さく、抽水植物の幅が大きく、河床材料も堆積している状況が推察され、ワンド工が設置されてから数年以上が経過しても、多くの地点で生態系配慮効果が継続していることが示唆された。



ワンド工 (E 地区)

ワンド工 (H 地区)

幅広区間 (B 地区)

図 3-13 各調査地区において設置されているワンド工

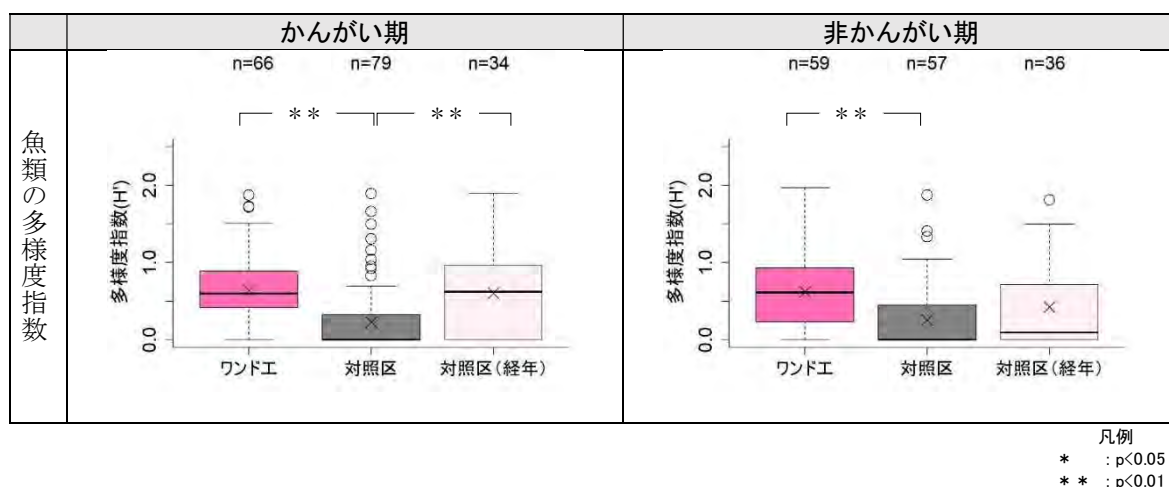
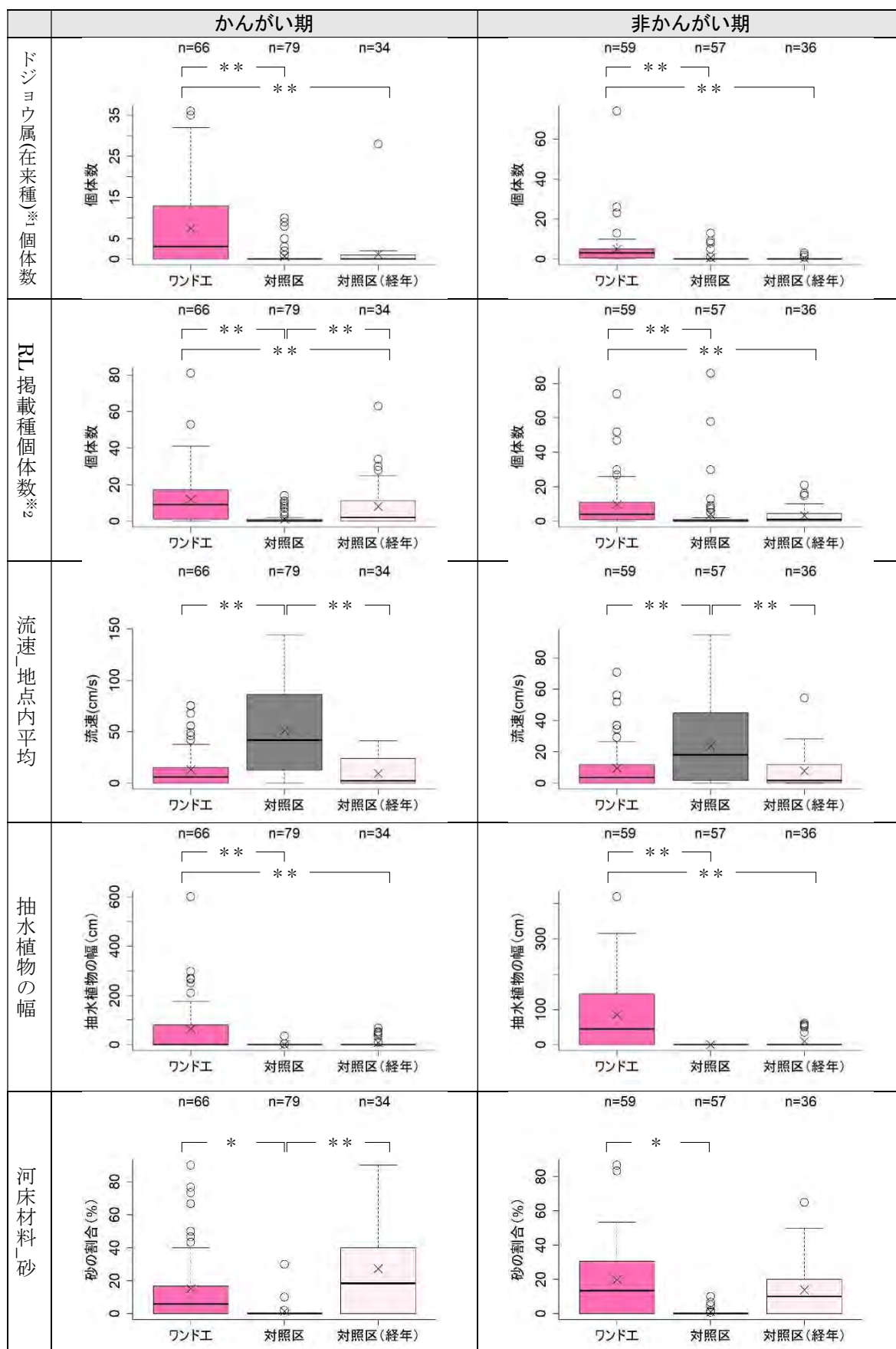


図 3-14 (1) 実証区（ワンド工設置地点）と対照区における魚類の多様度指数の比較



※1 在来種のみ。カラドジョウは含めない。※2 RL掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数
 凡例
 * : $p < 0.05$
 ** : $p < 0.01$

図 3-14 (2) 実証区(ワンド工設置地点)と対照区における魚類の多様度指数の比較

e.魚巢ブロック

魚巢ブロックは、魚類の隠れ場・避難場として、水深確保やカバーを創出することを目的とする施設である。

魚巢ブロックが設置されている地区は、B地区、D地区、E地区、H地区、J地区、K地区である。

生物データをみると、全地区において、魚巢ブロックありのデータ群の方が、配慮無しデータ群よりも「魚類の多様度指数」が高く、「ドジョウ属（在来種）個体数」、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」が多い傾向がみられた。

環境データでは、かんがい期・非かんがい期のいずれにおいても、魚巢ブロックありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも、「地点内の平均流速」が遅い傾向がみられ、両データ群間に有意差がみられた。魚巢ブロックは、直接的な流速緩和を目的とした施設ではないが、深み工とセットで設置されることが多く、水際の流れを複雑化させるなどにより、間接的に流速が小さくなっていると想定される。

以上、本調査の結果から、魚巢ブロックが設置されている地点において、対照区よりも魚類の多様度指数等が高く、希少種の個体数も多い状況が推察される。魚巢ブロックが設置されてから数年以上が経過しても、魚巢ブロックの生態系配慮効果が継続している地点がある一方で、調査地区によっては土砂堆積などが課題となっている。



魚巢ブロック(E地区)

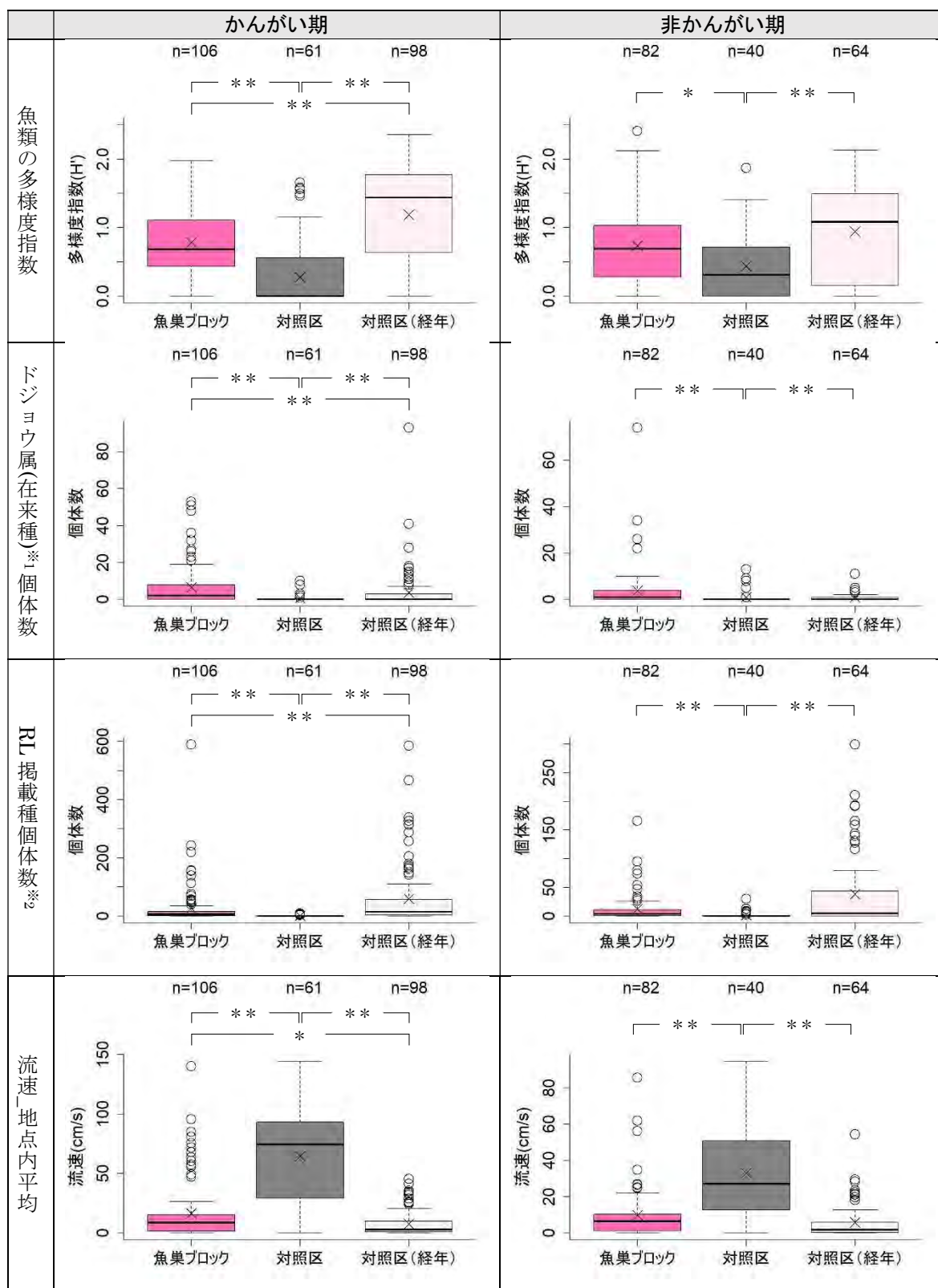


魚巢ブロック(J地区)



魚巢ブロック(D地区)

図 3-15 各調査地区において設置されている魚巢ブロック



※1 在来種のみ。カラドジョウは含めない。

※2 RL 掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数

凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-16 実証区（魚巣ブロック設置地点）と対照区における魚類の多様度指数の比較

f.ビオトープ

ビオトープは、魚類の生息場・産卵場・越冬場等として、水深確保、植生繁茂などの環境を創出することを目的とする施設である。

ビオトープが設置されている地区は、J地区とK地区である。

生物データをみると、全地区において、ビオトープありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも「魚類の多様度指数」が高く、かんがい期の「環境省レッドリスト掲載種の個体数」が有意に多い傾向がみられた。

環境データでは、かんがい期・非かんがい期のいずれにおいても、ビオトープありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも、「地点内の最大水深」が高く、「抽水植物の幅」が大きい傾向がみられた。

以上、本調査の結果から、ビオトープが設置されている地点において、魚類の多様度指数等が高く、希少種の個体数も多い状況が推察され、ビオトープが設置されてから数年以上が経過しても、多くの地点でビオトープの生態系配慮効果が継続していることが示唆された。

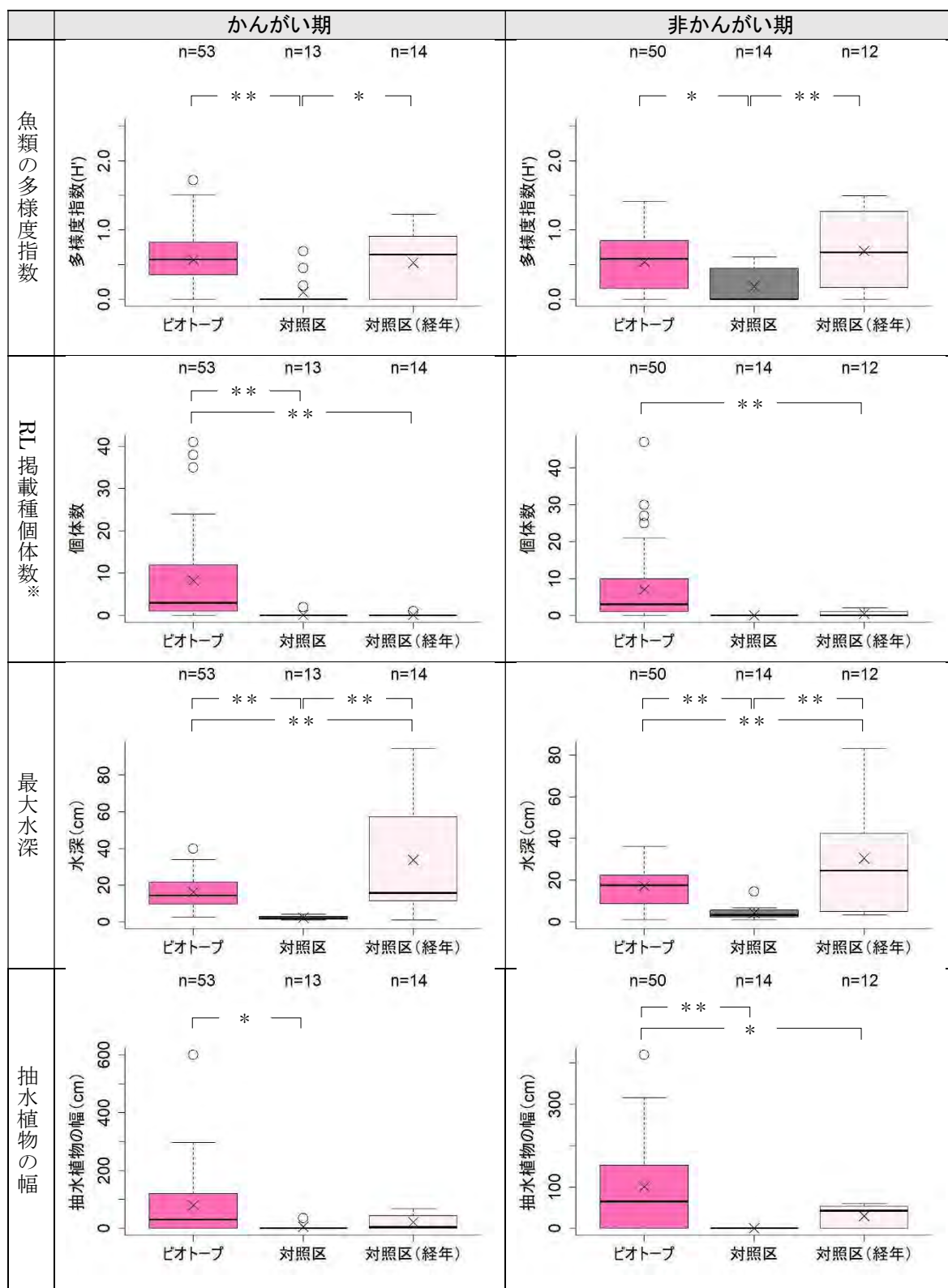


ため池型ビオトープ(J地区)



ワンド型ビオトープ(J地区)

図 3-17 各調査地区において設置されているビオトープ



※RL 掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数

凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-18 実証区（ビオトープ設置地点）と対照区における魚類の多様度指数の比較

g.水路魚道

水路魚道は、魚類の水路内の移動経路を確保するため、落差の解消や流速の低減を目的とする施設である。

水路魚道（千鳥 X 型、粗石付き魚道、階段式落差工等）が設置されている地区は、A 地区、B 地区、E 地区、G 地区、J 地区である。なお、10 地区の中で平坦地に区分される地区には水路魚道は設置されておらず、傾斜地に区分される 5 地区のみでの検証である。

生物データをみると、かんがい期・非かんがい期のいずれも、水路魚道ありのデータ群の方が、対照区のデータ群よりも「魚類の多様度指数」が高く、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」が多い傾向がみられた。また、「環境省レッドリスト掲載種の個体数」については、水路魚道ありのデータ群と、対照区（経年変化あり）のデータ群との間でも有意差がみられた。

なお、水路魚道は、環境要素の改善を直接的な目的としていないことから、データ群間の環境要素の差異についてはここでは考察していない。

本調査では、水路魚道の遡上状況調査は実施していないが、水路魚道が設置されている地点において、対照区よりも魚類の多様度指数等が高く、希少種の個体数が多い状況がみられることから、水路魚道を経由して遡上または降下している魚類が地点周辺に集まっている状況が推察される。このことから、水路魚道が設置されてから数年以上が経過しても、多くの地点で移動経路の確保の機能が継続していることが示唆された。



水路魚道 (A 地区)



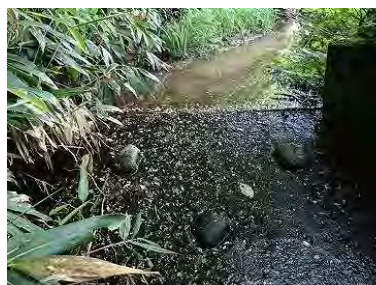
水路魚道 (E 地区)



水路魚道 (J 地区)



粗石付き魚道 (J 地区)

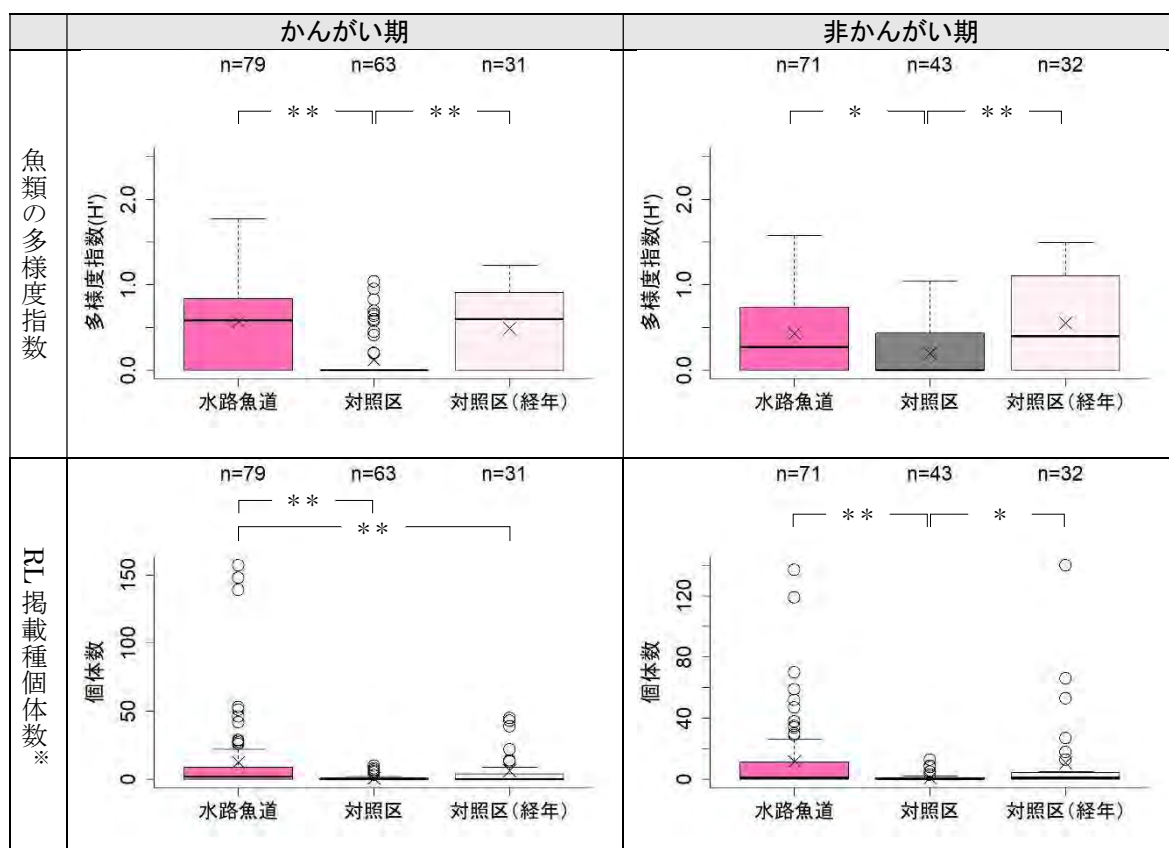


粗石付き魚道 (J 地区)



粗石付き魚道 (J 地区)

図 3-19 調査地区において設置されている水路魚道



※RL掲載種個体数：環境省レッドリスト 2020 掲載種個体数

凡例

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

図 3-20 実証区（水路魚道設置地点）と対照区における魚類の多様度指数の比較

水路魚道の設置効果を把握するため、各調査地点と周辺水路とのネットワーク接続状況を確認し、一定程度以上の落差がみられる場所での水路魚道の設置効果について補足的に考察した。

全国 10 地区の全地点のネットワーク接続状況を「良好」、「落差工あり&魚道」、「接続なし」の 3 つにデータ群に区分した上で、データ群間の魚類の多様度指数の有意差を検定し、ボックスプロットを作成した結果を図 3-21 に示す。なお、本検討においては、魚類の移動が制限される落差を、「魚類の生息分布に影響を及ぼす農業排水路の環境要因・千葉県谷津田域を対象として・(小出水ら、2004)。」を参考に、「20 cm」と設定した。

- 良好：地点下流側に 20cm を超える落差がなく、水深が確保されていれば移動は容易
- 落差工あり&魚道：地点下流側に 20 cm を超える落差があるが、魚道が設置されている
- 接続なし：地点の下流側に 20 cm を超える落差があり、魚道等が設置されていない

平坦地に区分される 5 地区では、水路勾配が全体に緩く、もともと水路魚道が設置されている地区がない。接続性が「良好」と判定されている地点が多く、「接続なし」のデータ群よりも魚類の多様度指数が高い傾向があり、有意差もみられている。

傾斜地に区分される 5 地区では、「良好」・「落差工あり&魚道」のデータ群と、「接続なし」のデータ群との間で多様度指数の有意差がみられており、水路魚道の設置がネットワーク接続に寄与している状況がうかがえた。

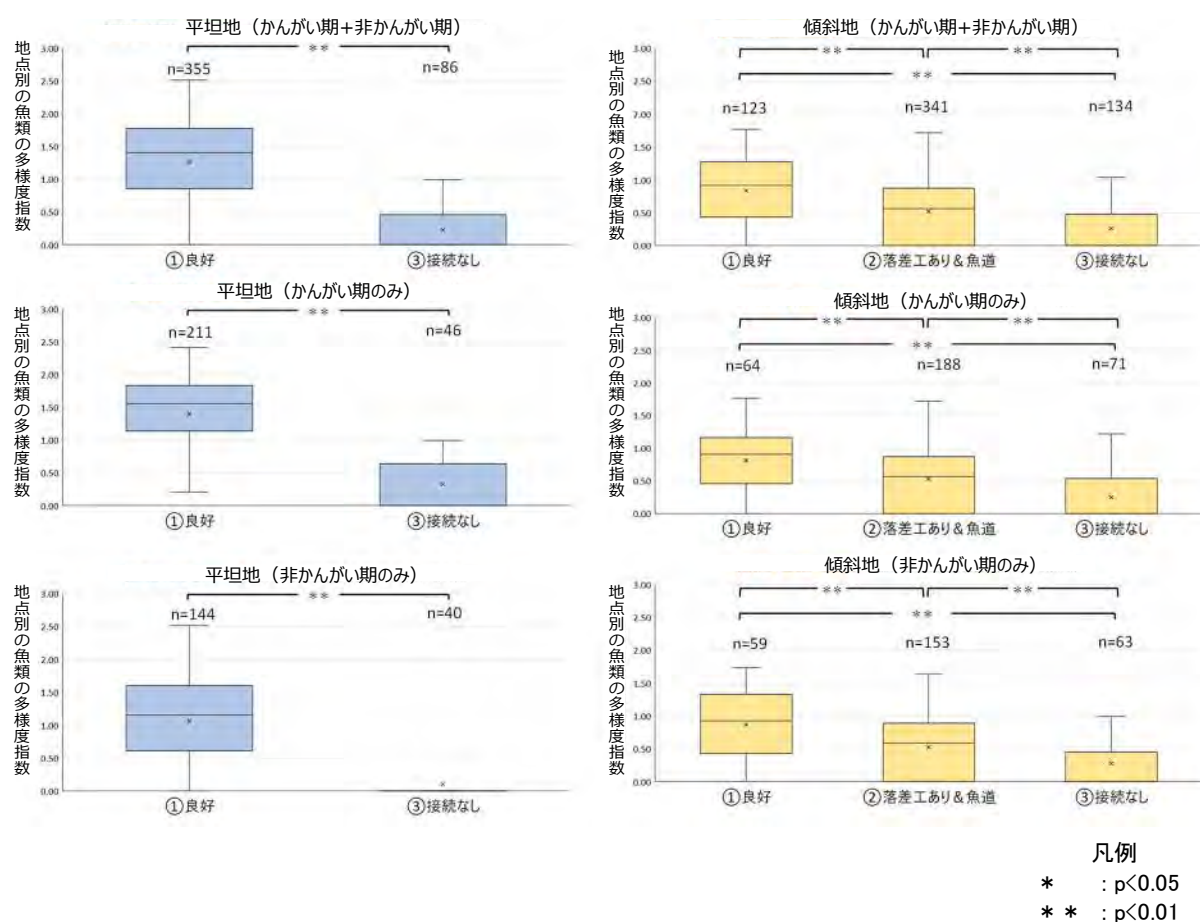


図 3-21 ネットワークの接続性判定による魚類の多様度指数の比較