

中小河川で有効性が立証された生態環境多様性指数の大河川への適用可能性の検証

修(工)山口大学大学院創成科学研究科学 学生会員 ○加藤琢己
博(環境)山口大学大学院教授創成科学研究科 正会員 関根雅彦
学(工)三島産業株式会社土木部 非会員 村上俊弥

1.はじめに

多自然川づくりに代表される魚類の生息に配慮した河川改修が目標とされているが、魚類の生息場の良否を評価する実用的な設計照査手法がなく、その課題を解決するため本研究室で生態環境多様性指数 EED¹⁾が提案された。既往の研究において水質、水温が同じ河川においては魚種数と EED 間に正の相関関係があること、そして増田(2019)、と加藤(2020)らの卒論で、河川改修前後における EED の変化から魚種数変化の予測が可能であることが実証された。しかし、既往の研究は河道内での魚類全数採捕が可能な中小河川を対象としており、魚類全数採捕が難しい大河川での EED 適応可能性はまだ実証されていない。一方、実際に魚類採捕を行うことなく採水のみで生息する魚種を検出できる環境 DNA(以下 eDNA)を用いた魚類調査が提案された。河川などで調査研究が精力的に行われており、eDNA 濃度がバイオマスと比例するかどうかや検出可能範囲についての議論は残されているが、概ね生息する魚種を検出できるとの知見が蓄積されつつある。EED は魚種数を評価対象とするため、eDNA との親和性は高い。本研究では eDNA を用いて EED の大河川への適用可能性を検証した。

2.研究方法

2.1 対象河川(図-1)

本研究では山口県中部を流れる 1 級河川の佐波川を対象とした。EED は環境多様性が高い区間に多くの魚種が生息できるということを表す指標である。このため、佐波川に関しては環境多様性が高い区間(以下、多様区間)と低い区間(以下、単調区間)が、eDNA が相互に影響しない程度に離れ、かつ水質などの EED で考慮していない因子が同じと考えられるほど

近い位置にある eDNA 採水地点 2 断面を踏査により定めた。eDNA の影響範囲の報告には数百 m から 10km 程度まで幅があるが、本研究では 200~400m²との立場をとった。調査対象区間と採水点を図-1 に示す。多様区間には早瀬や淵、屈曲部、細流やワンド状の滞留部が存在する。単調区間は堰の背水部となっている。

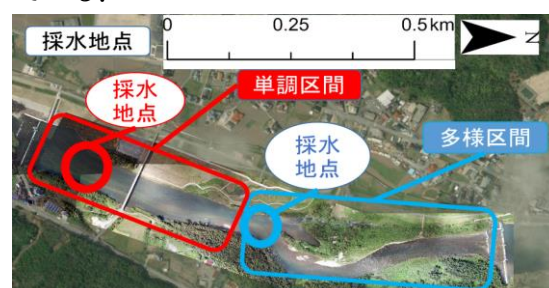


図-1 対象河川

2.2 eDNA による魚類調査

eDNA の河川内での分布特性は十分明らかになっていない。中小河川では採水断面の水深、川幅が小さい為、断面中央の水面部、河床部を混合した。大河川では採水断面における eDNA 濃度の代表性を確保するため、1 断面につき横断方向に 3 等分した区間の中央部(以下、左岸、中央、右岸)の水面から 10cm(以下、表層)、河床から 30cm(以下、底層)の計 6 点でスクーバ潜水にて 1L ポリビンに採水した。採水直後に分解抑制剤を添加して保冷し、翌日環境 DNA 研究センターに分析を依頼した。

2.3 佐波川 EED 算出

山口河川国道事務所より提供を受けたグリーンレーザーによる地形データを元に、iRIC 上の River2D ソルバーを用いて採水日の流況を再現した。その流速・水深を iRIC 上の DHABSIM ソルバーにインポートし、底質、植生をポリゴンで与えて対象区間の EED の 7m メッシュ二次元分布を求めた。また多様、単調

連絡先〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部創成科学研究科 TEL0836-85-9005

区間の平均 EED を Arc GIS pro を用いて計算した。

3.結果

表-1 に eDNA 濃度測定結果を示す。ギギのように底生魚であっても多様区間表層でのみ検出された魚種や、ウナギのように多様区間左岸では検出され、中央では検出されない魚種があるなど、代表性のある採水を行うためには横断／水深方向で複数箇所採水する必要がある。また採水水深と魚の生態の間には明確な関係は見られなかったため、表層と底層のサンプルは混合することも可能であると考えられる。eDNA 濃度が低い場合、コンタミや離れた場所の DNA が影響した可能性が生じるため、閾値以上の eDNA 濃度を持つ魚種数を横断方向の位置別に集計したものが表-2 である。水深方向には最大値をとった。また水際部の環境多様性は一般に高いことが予想されるため、魚種数の左右岸の最大値から中央の値を減じたものも示している。

表-1 eDNA 濃度(copies/mL)測定結果

魚種名	生息域	生態	多様区間						単調区間					
			右岸 表層	右岸 底層	中央 表層	中央 底層	左岸 表層	左岸 底層	右岸 表層	右岸 底層	中央 表層	中央 底層	左岸 表層	左岸 底層
アユ	回避	遊泳	42	299	274	234	71	176	51	658	102	411	34	331
ウグイ類	淡水	遊泳	902	1002	274	1195	73	1028	1798	1280	36	53	273	1571
オイカワ	淡水	遊泳	9409	14514	8325	4493	5113	4356	6185	8257	5212	5315	3878	4870
オヤニラミ	淡水	遊泳	3792	1675	0	989	1033	18	902	2571	2804	7307	763	1269
カマツカ	淡水	遊泳	4222	2982	554	2037	26	26	926	355	1072	727	804	2243
カワムツ	淡水	遊泳	3751	2656	4234	2718	2995	4765	4224	2630	1847	5081	2359	4460
コイ	淡水	遊泳	943	2787	789	2327	2674	1945	1905	2711	1207	891	1555	4074
サケ属	回避	遊泳	0	0	0	1093	0	55	0	0	0	0	0	0
スゴモロコ属	淡水	遊泳	1179	1069	247	88	632	1064	530	1365	1325	1474	253	937
ズナガニゴイ	淡水	遊泳	0	0	279	0	116	128	358	97	83	0	14	163
タカハヤ	淡水	遊泳	888	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
タモロコ属	淡水	遊泳	0	0	0	475	0	298	130	42	0	0	27	45
ニゴイ属	淡水	遊泳	0	2159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニジマス	回避	遊泳	0	464	68	0	0	717	0	0	0	162	0	0
フナ属	淡水	遊泳	2199	544	1565	207	68	1074	1745	1909	1686	1745	389	2905
ミナメダカ	淡水	遊泳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0
ムギツク	淡水	遊泳	3338	4445	4441	1389	2301	6463	2900	3723	1795	6150	1831	3530
アカザ	淡水	底生	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0
ウナギ	回避	底生	73	770	0	0	126	326	1056	334	0	157	65	286
ギギ	淡水	底生	0	11	0	112	0	17	0	94	0	60	457	0
シマドジョウ属	淡水	底生	219	717	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
ドジョウ	淡水	底生	19	290	53	70	380	433	38	689	0	1966	36	0
ドンコ	淡水	底生	1104	2395	861	1072	75	2444	1420	3443	1828	1427	1168	2696
ナマズ	淡水	底生	0	0	0	0	0	0	37	0	0	111	20	0
ヨシノボリ類	回避	底生	15803	19001	16056	18196	16879	20213	24773	25111	15216	24329	8463	18053

表-2 eDNA 閾値・採水位置毎の魚種数

eDNA 閾値	多様区間				単調区間			
	右岸	中央	左岸	左右岸最大-中央	右岸	中央	左岸	左右岸最大-中央
0	19	18	20	2	18	20	19	-1
200	18	15	14	3	15	12	14	-3
400	16	12	12	4	14	12	12	2
600	15	11	11	4	14	11	11	3
800	13	11	10	2	12	11	11	1
1000	12	10	10	2	11	11	10	0
1200	10	7	6	3	10	10	10	0
1400	10	7	6	3	9	9	9	0
1600	10	6	6	4	9	8	8	1
1800	10	6	6	4	8	7	8	1
2000	10	6	6	4	7	5	8	3
2200	8	5	6	3	7	5	8	3
2400	7	4	6	3	7	5	7	2
2600	7	4	5	3	6	5	7	2
2800	6	4	4	2	5	5	6	1
3000	6	4	4	2	5	5	5	0
3200	6	4	4	2	5	5	5	0
3400	6	4	4	2	5	5	5	0
3600	6	4	4	2	4	5	4	-1
3800	4	4	4	0	3	4	4	0
4000	4	4	4	0	3	4	4	0
4200	4	4	4	0	3	4	3	-1
4400	3	3	4	1	2	4	3	-1
4600	2	2	4	2	2	4	2	-2
4800	2	2	3	1	2	4	2	-2
5000	2	2	3	1	2	4	1	-2

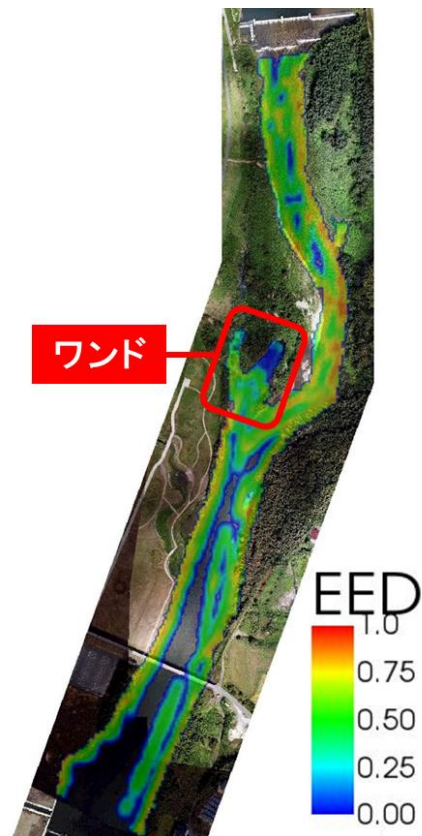


図-2 EED 計算結果

EED 計算結果の二次元分布が図-2 である。表-2 より、閾値が 200 から 600、1800 から 2000 を中心に中央の魚種数が左右岸の魚種数最大値より少なくなっている。多様区間では特に右岸の魚種数が多く、単調区間では中央の魚種数が少ない。これは図-2 の多様区間採水点右岸直上のワンドや水際部で高い EED を示していることや単調区間中央部の EED が低いことと符合している。閾値 0 ではコンタミや離れた場所から来た微量の DNA が影響したこと、閾値が高いと広く分布する魚種だけが集計されたことで、魚種分布に特徴が表れにくくなっていると推察される。

4.おわりに

200 から 600 程度の eDNA 閾値を魚種数集計に用いることで、eDNA 分布と EED 分布の特徴が一致し、EED が佐波川にも適用可能であることが示された。事例を重ねることが今後の課題である。

参考文献

- 1)伊藤ら:土木学会論文集 G,72(1),1-11,2016.
- 2)赤松ら:土木学会論文集 B1(水工学),Vol74,No.4I_520,2018