

中国温州市楠瓯江の礫床区間、感潮区間、河口における
水質、底質、底生動物からの生態系健全性評価

Evaluating Ecosystem Health Based on Water, Sediment Quality, and Benthic Invertebrates in the
Gravel-bed, Tidal reaches, and River Mouth of Nan-Ou River, Wenzhou, China

郝愛民・○小林草平・井芹寧・陳凱・角哲也・竹門康弘・渡邊紹裕

Aimin HAO・○Sohei KOBAYASHI・Yasushi ISERI・Kai CHEN・Tetsuya SUMI・
Yasuhiro TAKEMON・Tsugihiko WATANABE

Due to a rapid economic development, many wetland ecosystems are threatened in the coastal regions of Zhejiang Province, China. Water, sediment, and benthic invertebrates were collected in the gravel-bed and tidal reaches and river mouth of Nanxi and Ou River, Wenzhou China, to evaluate ecosystem health of a mountain river with many weirs and a mega-tidal river flowing an urbanized area. Turbidity was high and oxygen, pH, and invertebrate taxon richness was low in a river with many weirs. Turbidity was also high and oxygen, sediment quality, and the taxon richness were low in the longitudinally middle sites in the tidal reach. The taxon richness was low in a partially-closed site than an open site in the mud-flat near river mouth. These results indicate that the ecosystem quality was degraded at reaches where the river channel were modified and the water circulation or connectivity was deteriorated.

1. はじめに

中国浙江省の沿岸は1日の潮位差が大きく、入り組んだ湾には干潟が発達する。近年の経済発展に伴い、多くの河口や干潟で埋立、護岸、海を渡る陸路建設が進んでいる。流域のダム建設等により、上流からの土砂供給は減少する一方で、感潮域や河口付近における水の濁りは昔と比べて高い。汚染や地形・流れの人為的改変による生態系の劣化(干潟の自浄能力の低下等)が懸念されている。

浙江省沿岸の南端に位置する温州市は、人口が950万を超える省第三の都市である。温州一の河川である瓯江(Ou-Jiang)(図1)は、かつては多様な水生獣類や魚類が生息し、河口における水産業が盛んで、中国で数少ないアユの産地でもあった。瓯江の第一支流である楠溪江(Nanxi-Jiang)は山間を流れ、上流は礫河川で水の透明度は高く、岩山と谷地形は風光明媚で中国国内で有名な観光地の1つで、下流は感潮域で都市の中を流れる。

本研究は、水質、底質、底生動物のフィールド調査に基づき、楠溪江-瓯江(楠瓯水域)において生態系健全度の高い/低い地点を明らかにすること、またその健全度を左右する要因を明らかにすることを目的にした。

2. 方法

(1) 調査地

瓯江は西から東へ流れ、温州市を通過し、東シナ海に入る。瓯江河口から30km付近で北から楠溪江が合流する(図1)。楠溪江の河口から70km付近に2011年完成の取水堰があり、その上流が礫砂州区間、下流が感潮区間である。礫砂州区間として堰の多い小楠溪に2つ、堰の少ない本川に2つ調査地点を設けた。感潮区間として楠溪江に3地点、瓯江に3地点、さらに河口付近として島間の陸路沿いに干潟の2地点(開放的な地点、堤防延長による半閉鎖的な地点)、合計13地点を設けた。

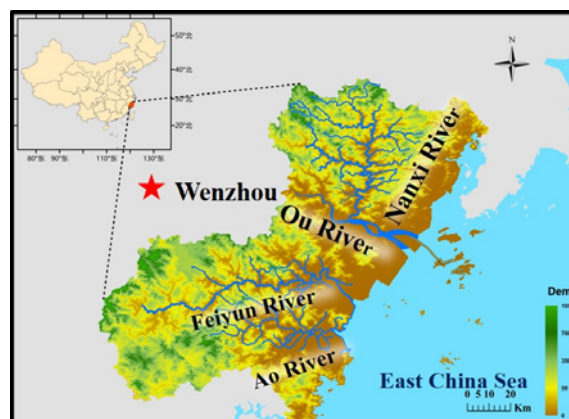


図1 中国浙江省温州市を流れる河川

(2) 調査方法

2021年12月(冬期)と2022年7月(夏期)にそれぞれ数日かけて、各地点において水質計による現地計測、水の採集、礫砂州区間では瀬における河床藻類と河床底生動物、感潮区間では流心部と岸際で底泥の採集を行った。水質として水温、溶存酸素(DO)、pH、酸化還元電位(ORP)、クロロフィル濃度(Chl)、濁度、電気伝導度(EC)、全窒素(TN)、全リン(TP)、底質として水分量、有機物量(LOI)、粘土シルト分、酸揮発性硫化物(AVS)、TN、TP、重金属(Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb)、底生動物として全個体数、分類群数を調べた。

3. 結果

(1) 礫砂州区間

礫砂州区間ではECが $50\mu\text{S}/\text{cm}$ 前後と低く、濁度がONTUの地点もみられた。堰の多い小楠溪に比べて堰の少ない本川でDOやpHが高い一方で濁度が低い傾向にあった。河床の藻類Chl量は変異が大きく河川による傾向は見られなかったが、冬期に小楠溪の堰上面で極めて高い値がみられた。底生動物はカゲロウ目、トビケラ目、チョウ目、コウチュウ目等の昆虫の仲間が多く見られた。本川では、底生動物の出現分類群数が多い傾向にあり、ヨツクロモンミズメイガ属など急流で適度に安定した礫を好む藻類食の仲間が群集を優占した。

(2) 感潮区間

ECは上流側の $100\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下から河口側の $20000\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上へと大きく変化した。濁度やTN、TPは中間の地点で最大となり、DOは中間の地点で最低(夏は $5\text{g}/\text{L}$ 以下など)となる傾向があった。底泥は、中間の地点で水分量、LOI、粘土シルト分が少ない一方で、AVSや一部の重金属(Pb, Cd)が高い傾向にあった。底生動物は淡水性のミズヤユスリカの仲間とともに、海水性のゴカイ、カニ・エビ、二枚貝の仲間が多かった。底生動物の全個体数及び分類群数は中間の地点で最低で、それにより多様性指数(Shannon: H)も中間の地点で最低であった。上流側と河口側の地点、また岸際ではゴカイ、カニ・エビ類、二枚貝の仲間など海水性の種が優占したが、中間の地点の流心部ではミズヤユスリカの仲間など淡水性の種が優占した。

(3) 河口付近

干潟である2地点(開放、半閉鎖)において、水質に大きな違いはないが、開放地点の方が底泥の水分量、LOI、Cr、Pb、Zn、Cd、夏期におけるAVS

が低い傾向が見られた。底生動物はゴカイ、甲殻類、二枚貝の仲間が多くみられ、中には日本では九州の有明海にしか生息しない貴重種が含まれていた。半閉鎖地点に比べ開放地点の方で分類群数や多様性指数が高い傾向が見られた。

4. 考察

礫砂州区間では、堰の少ない本川の方がDOやpHが高く、濁度が低い傾向にあった。また、底生動物分類群数も本川の方が高く、急流を好む藻類食者の仲間が優占した。堰があると流れがよどみ濁水成分が水中に長く留まりやすいこと、一方で堰が無くて砂州が発達すると、河床付着藻類や藻類食底生動物の活動が活性されるとともに、砂州の濾過機能が発揮され濁水成分が除去される可能性が考えられた。河川横断構造物が少なく適度な土砂の移動による砂州の発達、健全な河川生態系の維持に貢献しうることを示すものである。

感潮区間では水質、底質、底生動物のいずれからも中間の地点で健全度が低いことが示された。特に、DOが低く、底泥は水分量やLOIが低い一方でAVSや重金属が高かった。感潮区間では潮位差による上流または下流への流れが周期的に変わる。中間の地点では、DOの高い河川上流の水あるいは海水との入れ替わりが少なく、古く質の悪い水が最も残りやすいこと、汚染物質が底泥に集積しやすいこと、潮流の流速が最も大きいため、底生動物にとって物理的攪乱の大きい場所であること、などが健全度を下げる可能性として考えられた。河川や河口における河道掘削や護岸が進む以前は、岸際に浅い干潟が広く続き、光合成能力や濁水成分の除去能力が高く、中間の地点でも健全度が高かった可能性がある。また、2011年から大規模な取水(流域外への導水)が始まり、感潮区間における水の交換がさらに悪化したと考えられる。

河口付近の干潟において、半閉鎖の地点に比べて開放の地点で底泥の質が良い部分があり、底生動物の種数が高かった。護岸や陸路の延長によって水域が閉じられると、波による攪乱は減る一方で水の交換が悪くなり、生態系が劣化していく可能性がある。礫砂州区間、感潮区間、河口付近のいずれも、人為的な河道改変が重要な生息場の減少と生態系の劣化を招く可能性を示している。