

汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ報告の概要

平成 26 年 8 月 22 日

島根県環境生活部環境政策課

(汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ)

1. 経緯

- 湖沼水質保全計画に基づき、湖内に流入する汚濁負荷削減施策を続けてきたにもかかわらず、宍道湖、中海の水質は横ばいで改善が見られず、環境基準が未達成である
- その理由を探るにはどのような調査が必要かを検討するため、H22 年に専門家からなる汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループを立ち上げた
- 宍道湖、中海のうち物質収支を把握しやすい上流の宍道湖を調査の主対象とした。汽水湖は特有の複雑な水質形成プロセスを有することから、関係する多面的な調査を実施した

◇調査、検討内容◇

- ①斐伊川からの栄養塩流入量の長期変化（3 回目の斐伊川 365 日採水調査）
- ②湖底へのリン蓄積の検討（宍道湖・中海での蓄積解析、宍道湖・中海底質調査）
- ③COD などの性質検討（難分解性有機物等の室内分解実験）
- ④短期的な水質変動の要因（宍道湖毎週採水調査、植物プランクトン観察、計器による塩水動態連続観測）その他

2. 検討結果**(1) 宍道湖への窒素、リンの流入状況**

①調査及び結果

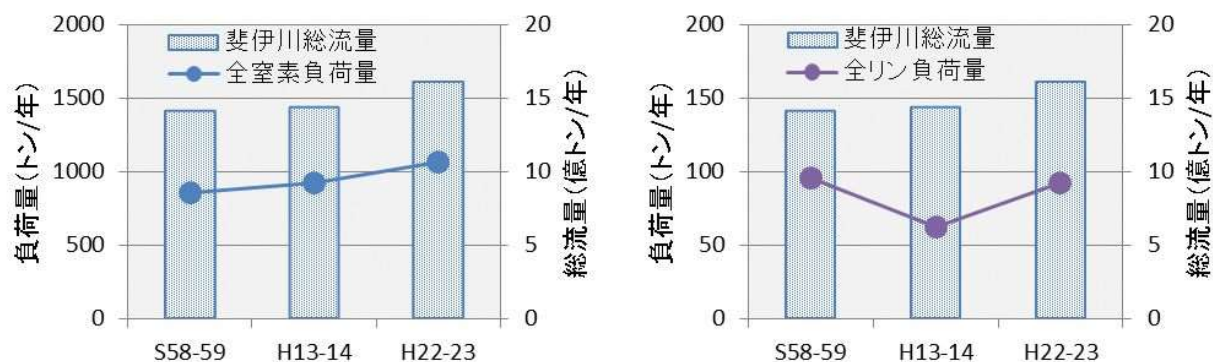
- これまで、斐伊川において 1 年間ほぼ毎日の採水調査(1 回目：S58-59、2 回目：H13-14、3 回目：H22-23)を 3 回実施し、斐伊川から流入する窒素、リンの負荷量の把握を行った。
- 窒素は調査ごとに増加、リンは 2 回目には低下したものの、3 回目は増加し 1 回目の値に近づいた（図－1）。

②流入負荷量と河川流量

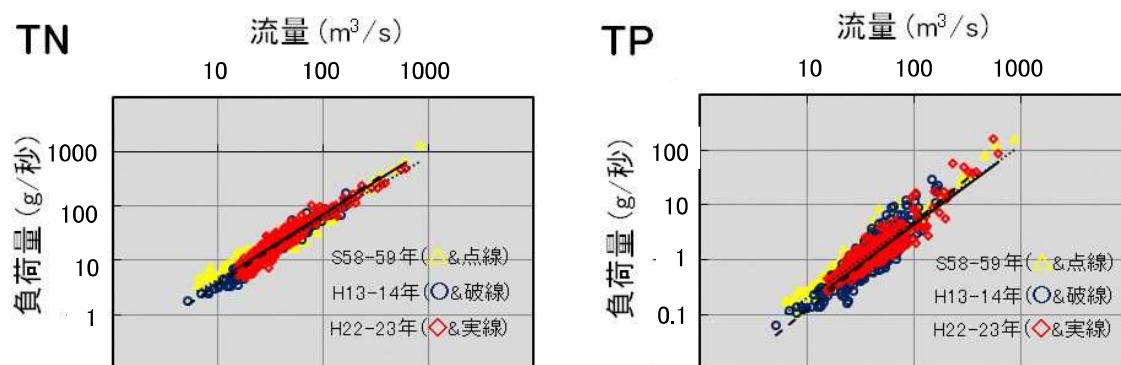
- 流入する窒素、リンの負荷量は、河川流量と連動して増える傾向にあり、3 回目は過去 2 回の調査と比べ河川流量が大きかった（図－1）。その結果、3 回目は斐伊川からの窒素及びリンの負荷量が増加したと考えられる。
- また、斐伊川流量と流入負荷量の相関図から、斐伊川の低流量時は、窒素、リンともに 1 回目調査に比べ 2 回目、3 回目調査の負荷量がやや低下しており、生活系や事業場系の負荷の減少の効果と考えられる（図－2）。低流量時以外では、相関図からは負荷量の経年変化の傾向は見られない。

③その他斐伊川水質濃度変化

- 一方、河川流量による影響以外の視点では、調査ごとに斐伊川の冬季の窒素濃度の上昇（図－3）や、斐伊川及び最近 10 年の降雨中のリン濃度の上昇傾向が確認されており（図－4）、3 回目調査の負荷量増加の一因と考えられるが、その起源や宍道湖への影響程度は不明。



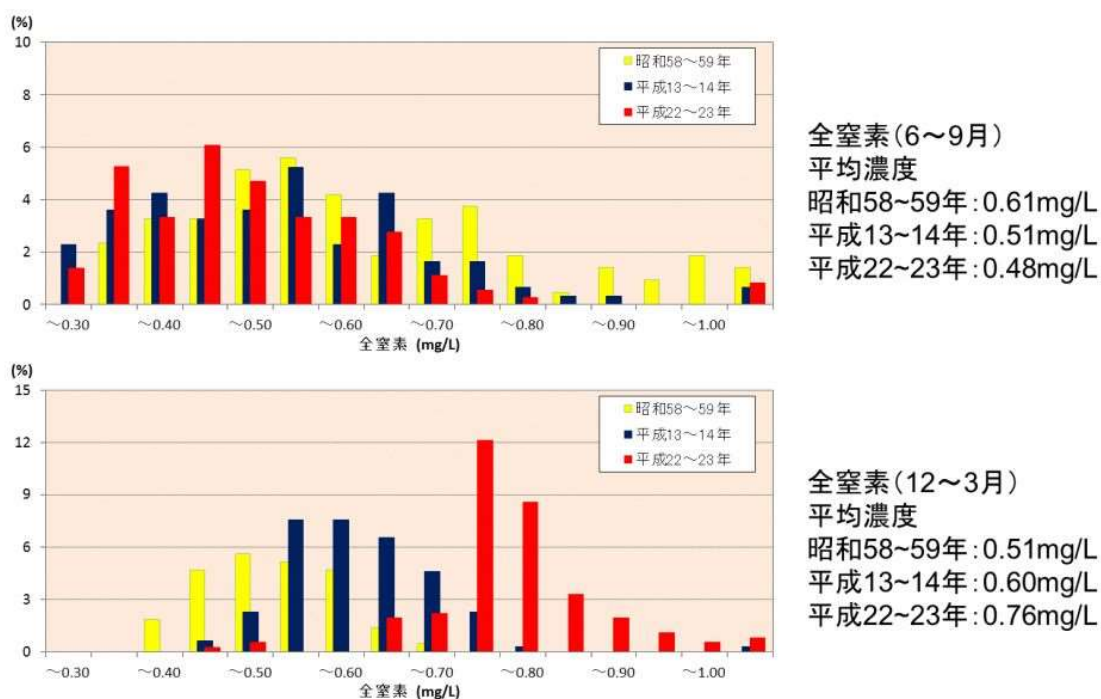
図ー 1 斐伊川高頻度採水調査から得られた斐伊川からの負荷量と流量の変化



図ー 2 斐伊川高頻度採水調査における流入負荷量分布

(補足)

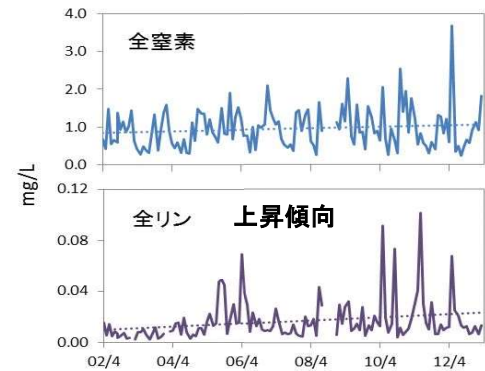
- ・流量が増加すると、それに比例して負荷量も増加し、高流量のとき、リンの負荷量は、窒素より大きく増加する。



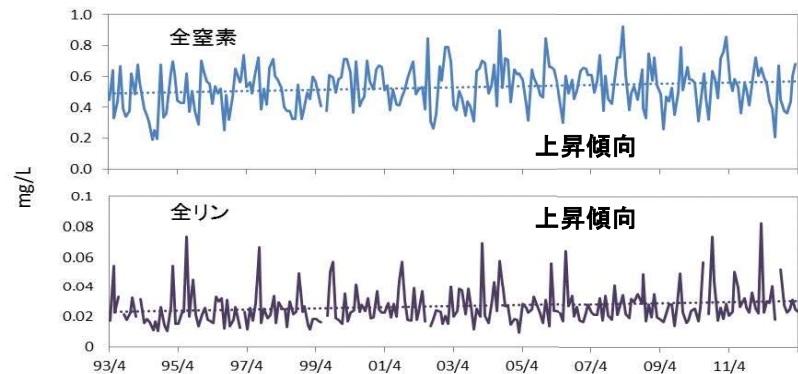
図ー 3 斐伊川高頻度調査における全窒素濃度分布

図－ 4

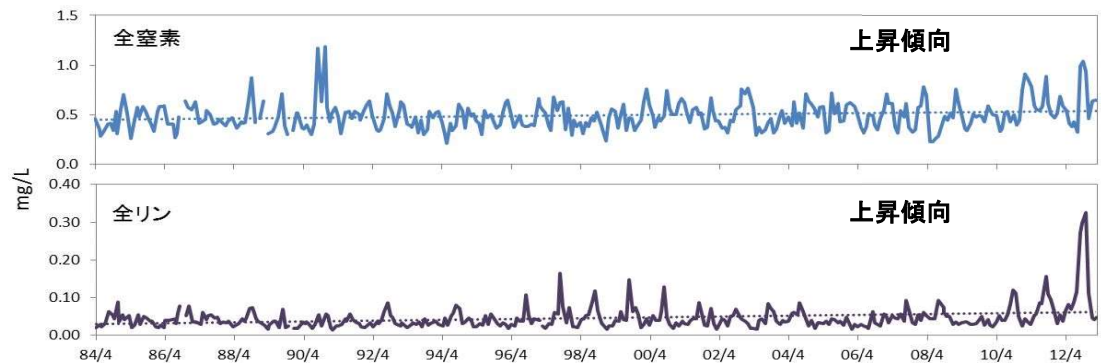
- ・ 降雨中の窒素、リン濃度変化



- ・ 斐伊川の窒素、リン濃度



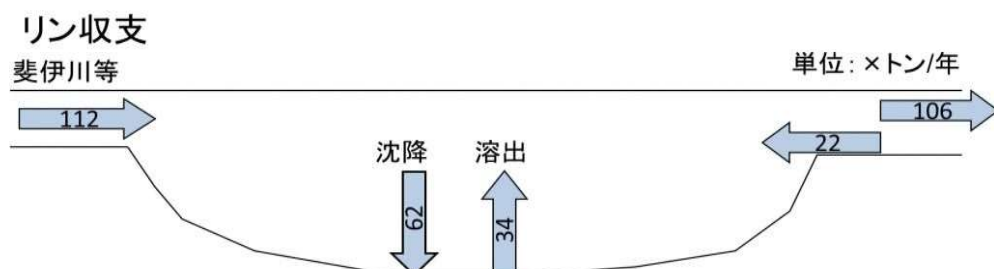
- ・ 穴道湖湖心の窒素、リン濃度



(2) 穴道湖内の状況について

① リンの収支

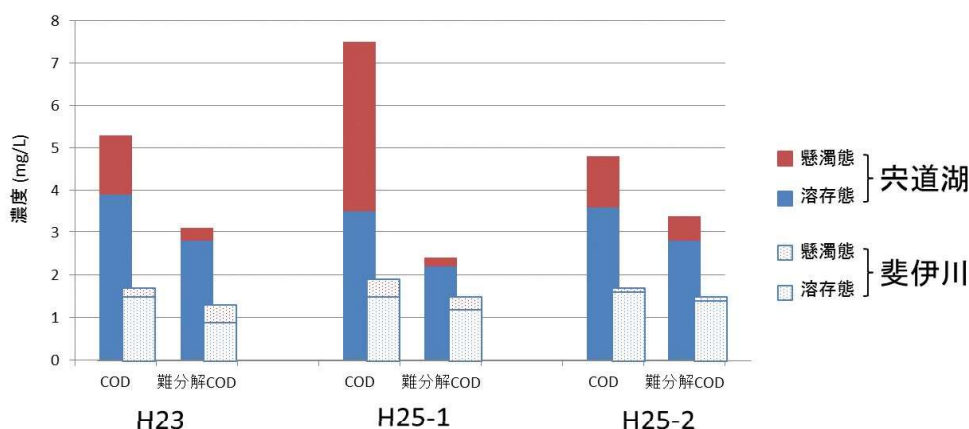
- ・ 夏季の湖内のリン濃度は、湖底からのリン溶出量により変化する。リンの溶出は湖底の貧酸素状態で左右される。
- ・ 過去 19 年間(H5.1～H23.12)のリンの平均収支を計算した結果、穴道湖流域から流入するリン量の 55%が湖底に沈降し、そのうち 55%が夏季を中心に底質から溶出する。(図－ 5)
- ・ 年間を通して、25%が湖底に堆積すると推定される。



図－ 5 穴道湖における水及びリン収支概略図

② 湖内の COD についての知見

- ・自然分解しにくい性状の COD 成分は宍道湖内で 2.4～3.4mg/L あり、環境基準値の 3 mg/L と同程度である。(図－6)
- ・主要な流入河川である斐伊川の難分解性 COD は 1.3～1.5mg/L であり、この差である 0.9～1.9mg/L が湖内での内部生産相当と考えられる。



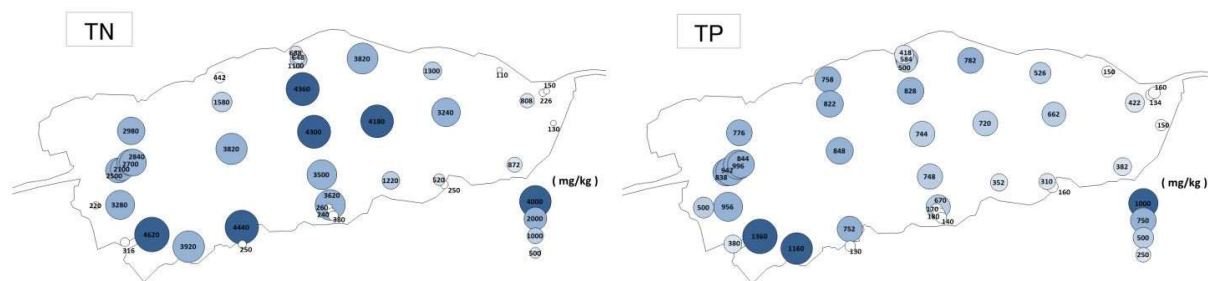
図－6 宍道湖と斐伊川の難分解性 COD の内訳

③ 植物プランクトン相の変化

- ・優占種は数週間続くこともあれば、週ごとに頻繁に変わることも確認された。
- ・出現種数は、10 種程度から最大 29 種を観察した。
- ・培養実験結果により得られたアオコ増殖に適した条件と、宍道湖の過去のアオコ発生状況とを比較検証したところ、過去のアオコは、培養実験結果よりもより狭い条件でしか発生していなかった。
- ・また、現場及び室内実験での増殖速度を比較検討したところ、室内実験に比べ現場での増殖速度が遅いことがわかった。

(3) 底質状況について

- 平面的な特徴として、窒素は水深 4m 以深の南西部から湖心部にかけて高く、リンは西部が高く東部に向かうほど低い傾向が見られた (図－7)。



図－7 平面調査結果 (全窒素 : TN、全リン : TP)

(4) その他

- シジミ漁による栄養塩の持ち出し効果は、シジミ 10,000 t につき窒素 45 t と推定。

3. まとめ（汚濁のメカニズム）

- ① 斐伊川から流入する窒素、リンの負荷量は、過去3回の斐伊川高頻度採水調査では、全窒素は増加し、全リンは減少後増加した。

増加要因として、窒素、リンの流入負荷量は河川流量と連動する傾向があり、3回目調査期間は流量が多かったことが挙げられる。

なお、低流量時は窒素、リンともに1回目調査（30年前）と比べ、2回目調査（12年前）及び3回目調査（3年前）の負荷量がやや低下しており、生活系や事業系の負荷の減少の効果と推定される。

一方、最近の斐伊川の冬季の窒素濃度の上昇や、斐伊川及び降雨中のリン濃度の上昇傾向も確認されており、負荷量増加の要因と考えられたが、その起源や宍道湖への影響程度は不明。

- ② 宍道湖流域から流入するリン量の55%が湖底に沈降し、そのうち55%が夏季を中心に底質から溶出することになり、通年では流入するリンの25%が湖底に堆積すると推定される。

- ③ 湖内では、河川から流入する窒素、リン及び湖底から溶出したリンを栄養分に植物プランクトンが繁殖しCOD値上昇の原因の一つとなる。

また自然では分解されにくい性質の有機物も流入し、かつ湖内でも多く生産されており、それだけで環境基準値（3 mg/L）と同程度となるため、湖内のCOD値が減少しにくい状況になっている。

- ④ アオコの原因となる植物プランクトン（ミクロキスティス イクチオブラーベ）は、培養実験では、水温が高く、塩分が低いと増殖しやすい傾向を確認。

一方、培養実験結果により得られたアオコ増殖に適した条件と、宍道湖の過去のアオコ発生状況とを比較検証したところ、過去の発生状況は、培養実験結果よりもより狭い条件でしか発生していなかった。

4. 今後に向けて

窒素、リンの発生源対策については、下水道等の污水处理施設の整備が順調に進み、生活系や事業系の更なる負荷削減の余地が少なくなった。また自然系の削減としての、減肥などの農用地対策や森林の適正管理等を行ってきたが、今後更なる対策を進めるためには、メカニズムの解明を進め、効果的な対策を検討する必要がある。

今後は、アオコの異常発生メカニズムなどまだ分からない部分の解明や、これまで分かったリンの挙動などの知見を対策に結びつけるための調査や検討を行う必要がある。

更に水質環境基準だけでなく、豊かな汽水域の生態系など宍道湖、中海のあるべき姿も考慮した保全指標とそれに向けた対策を考えていく必要がある。

○汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ 委員名簿

氏 名	所 属	職 名	専門分野	備考
山 室 真 澄	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境学研究系 自然環境学専攻	教 授	生物地球化学 (陸水学)	座長
清 家 泰	島根大学大学院 総合理工学研究科	教 授	環境化学	副座長
石 飛 裕	NPO法人 自然と人間環境研究機構	理 事 長	湖沼物理学	
大 谷 修 司	島根大学 教育学部自然環境教育講座	教 授	植物分類学 (植物プランクトン)	
中 田 喜三郎	名城大学大学院 総合学術研究科	特任教授	生態系モデル	
中 村 由 行	横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院	教 授	環境水理学 (海岸環境学)	
吉 田 延 雄	環境省 水・大気環境局水環境課 (※委員当時の所属)	課 長	行 政	委員期間 2010年8月～ 2012年7月
北 村 匡				委員期間 2012年8月～ 2013年7月
宮 崎 正 信				委員期間 2013年8月～ 2014年3月