

平成26年3月6日(金) 砂防会館



環境省環境研究総合推進費 4D-1202

国際河川メコン川のダム開発と環境保全

－ダム貯水池の生態系サービスの評価－

課題代表者 福島路生(独立行政法人 国立環境研究所)

研究分担者

広木幹也(国環研 サブテーマ1代表者)

富岡典子(国環研)

村田智吉(国環研)

吉田勝彦(国環研 サブテーマ4代表者)

森岡伸介(国際農林水産業研究センター サブテーマ2代表者)

研究実施期間: 平成24－26年度

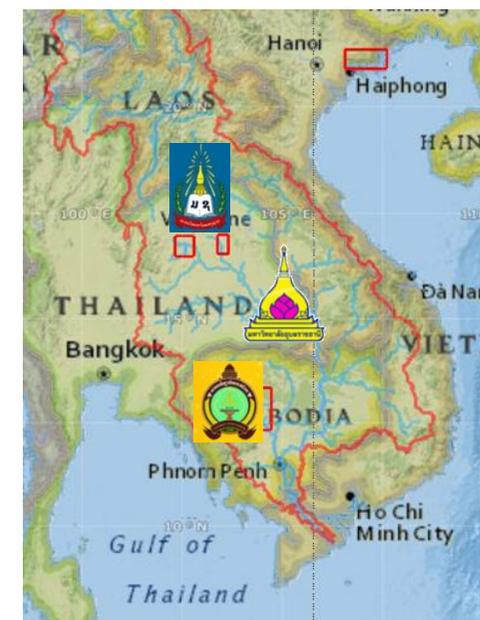
累積予算額: 61,656千円

研究協力機関

Ubon Ratchathani University (タイ)

National University of Laos (ラオス)

University of Battambang (カンボジア)



研究体制と研究開発目的

サブテーマ

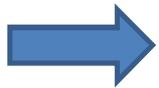
1. ダム貯水池の物質循環

2. 淡水魚の成長・食性・初期生態

3. 淡水魚の回遊生態解明

4. ダム開発の生態学的コストベネフィット分析

ダム開発の影響を評価・予測し、そのインパクトを緩和・回避する

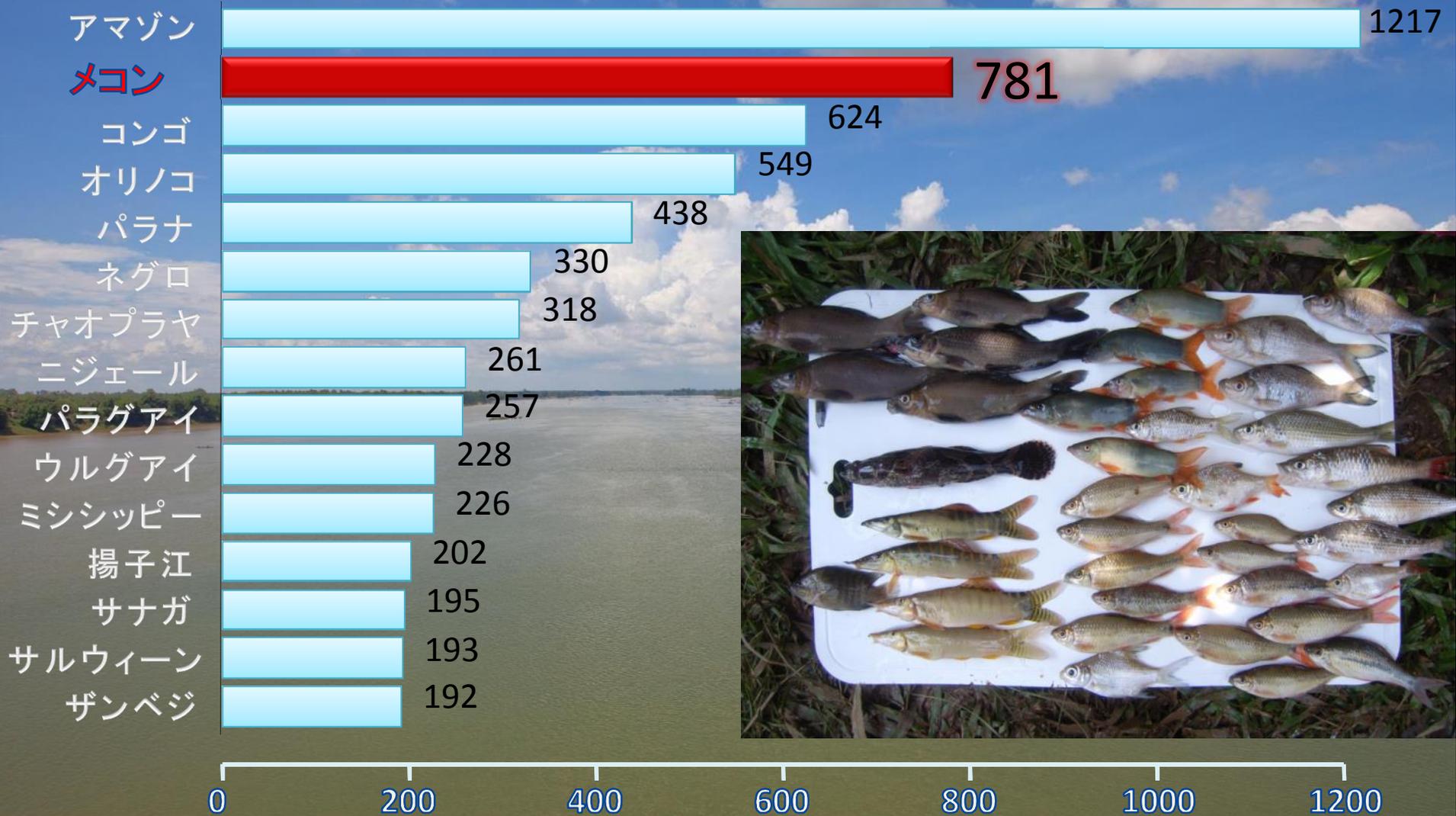


メコン地域を持続可能な発展に導く

生物多様性と生態系サービス(漁業生産)は維持できるのか？

ダム湖の生態系サービスはどの程度期待できる？

淡水魚類の種数の多はアマゾン河に次いで世界で



淡水魚の種数

FishBase (2009)

調査地



ナムグム
NN (370 km²)

ウボンラタナ
UB (410 km²)

トンレサップ
TS
(2,700 – 16,000 km²)

ブンコンロン
BK (22 km²)

ナムウン
NU (85 km²)

ノンハン
NH (135 km²)

フェイロン
HU (31 km²)

ランパオ
LA (230 km²)

シリントーン
SI (288 km²)

マニュアルの製作

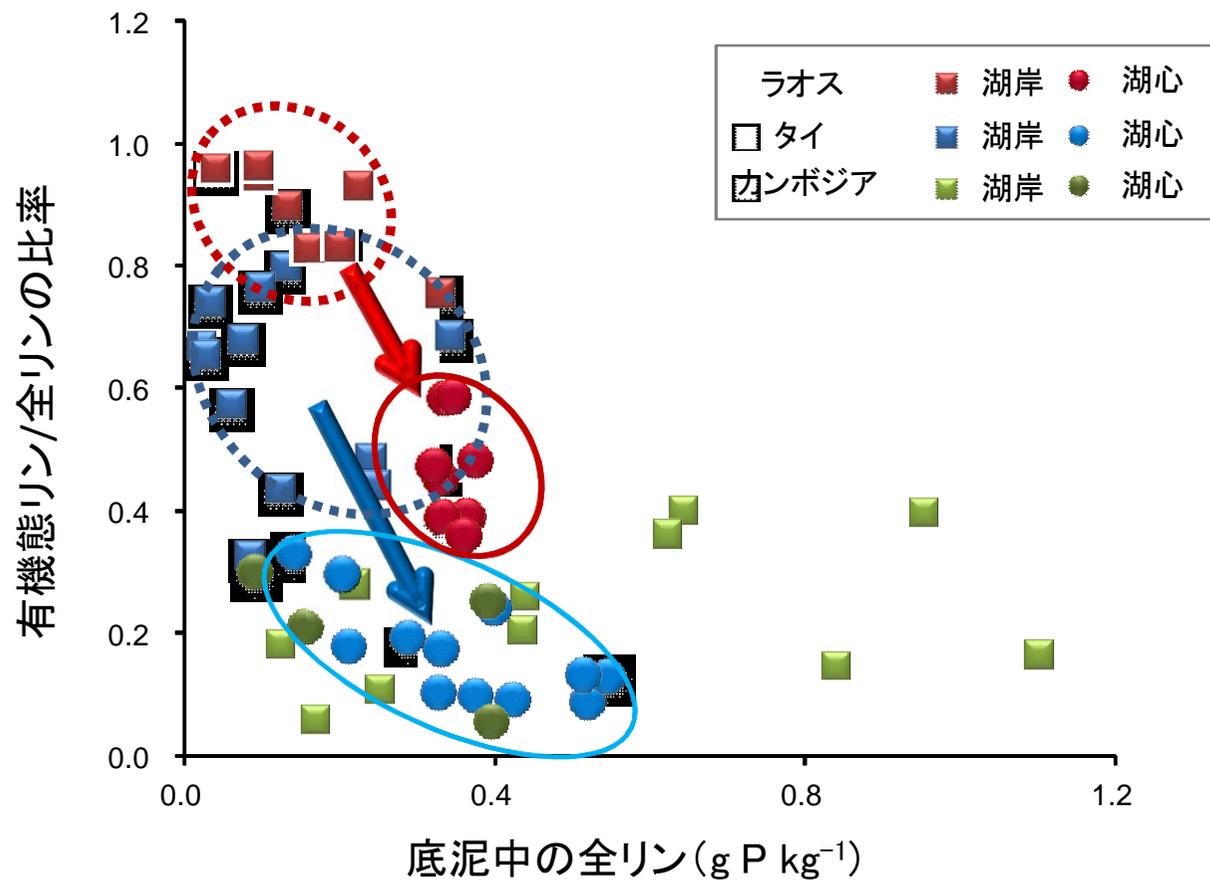
(統一した調査手法)



調査地点の水質

	名称	TP (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	POC (mg L ⁻¹)
貧栄養	NN	0.002	0.12	2.1	0.67
	SI	0.005	0.20	3.2	0.73
	BK	0.005	0.24	1.5	0.89
中栄養	NH	0.007	0.27	1.7	0.53
	UB	0.011	0.34	4.1	1.15
	NU	0.013	0.42	3.4	1.85
	LA	0.020	0.40	5.3	0.99
富栄養	HU	0.045	0.70	8.5	2.40
	TS	0.056	0.59	95.7	3.43
	霞ヶ浦 (参考)	0.120	1.44	24.9	4.01

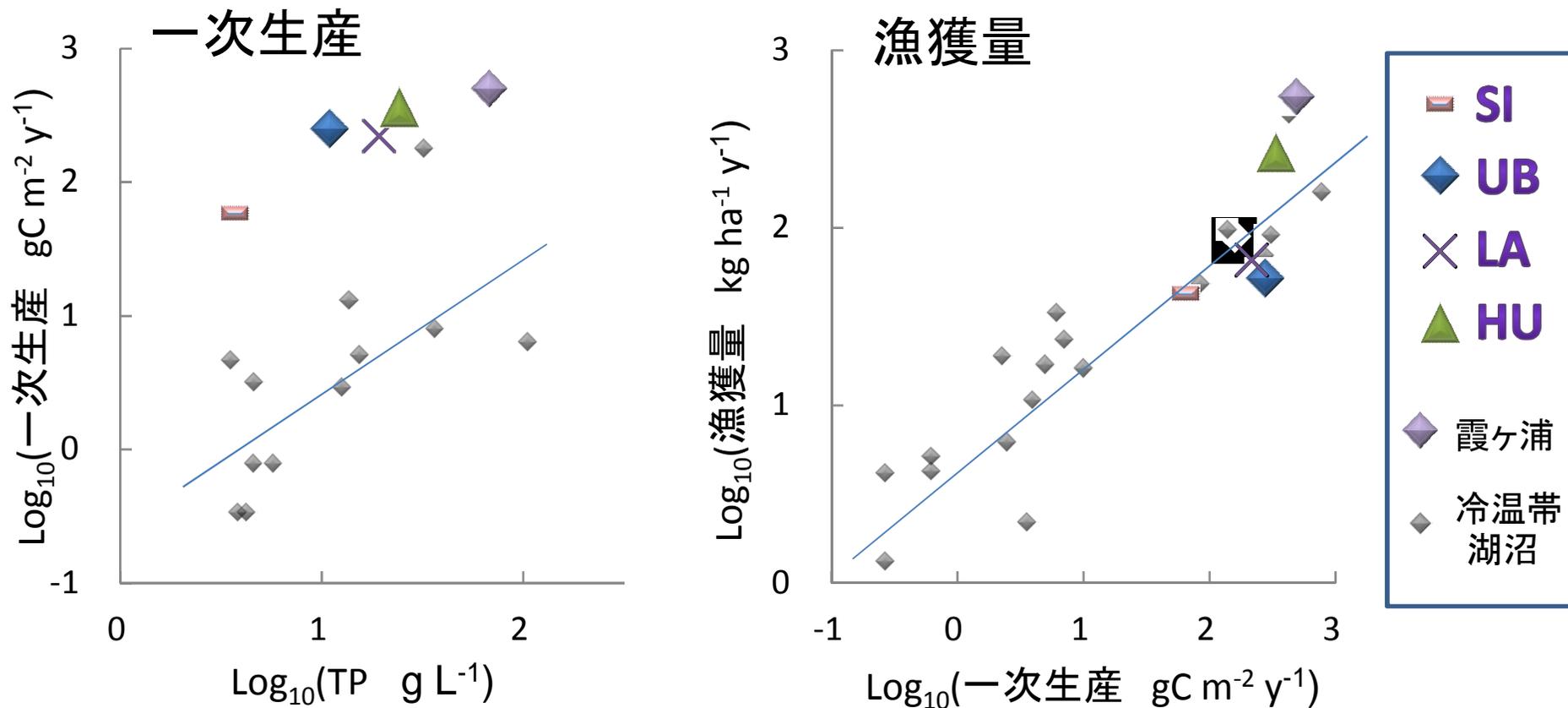
底泥中の全リンと有機 VS 無機リン



底泥のリンは、湖岸から湖心へ向けて濃度が増加する。そして、その過程で無機化される。(カンボジアのトンレサップは例外)

全リン、一次生産と漁獲量

冷温帯湖沼のデータは Downing (1993)による。

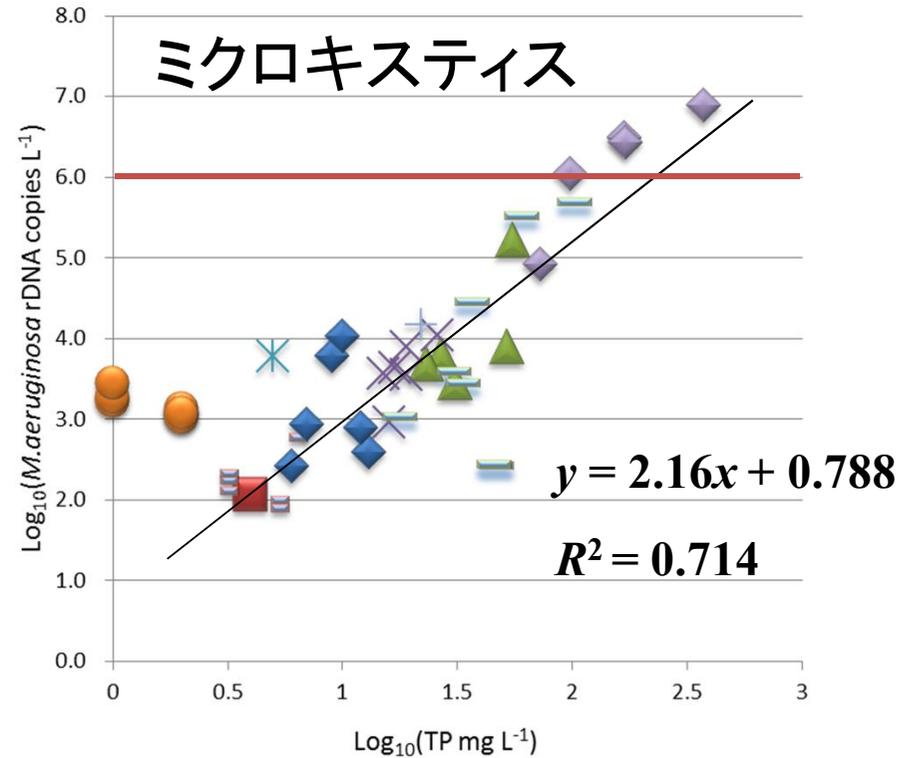
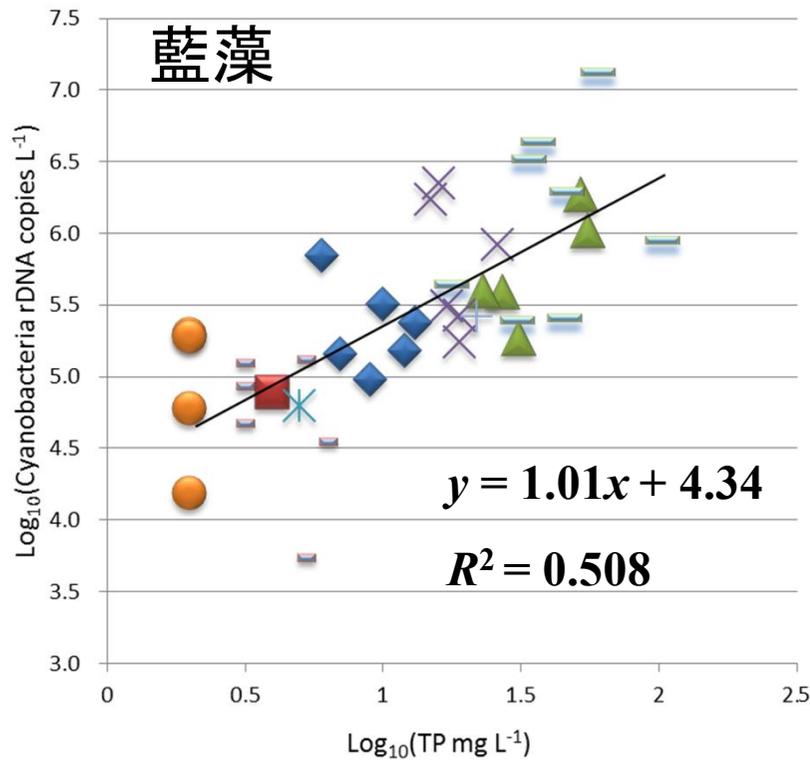


同程度の全リン濃度の湖沼と比べて、メコンのダム貯水池での一次生産は10倍程高い。

一次生産と漁獲量の間には、他の湖沼で見られた関係とほぼ同じ関係がある。

→ **ダム貯水池の漁獲量はある程度推定可能！**

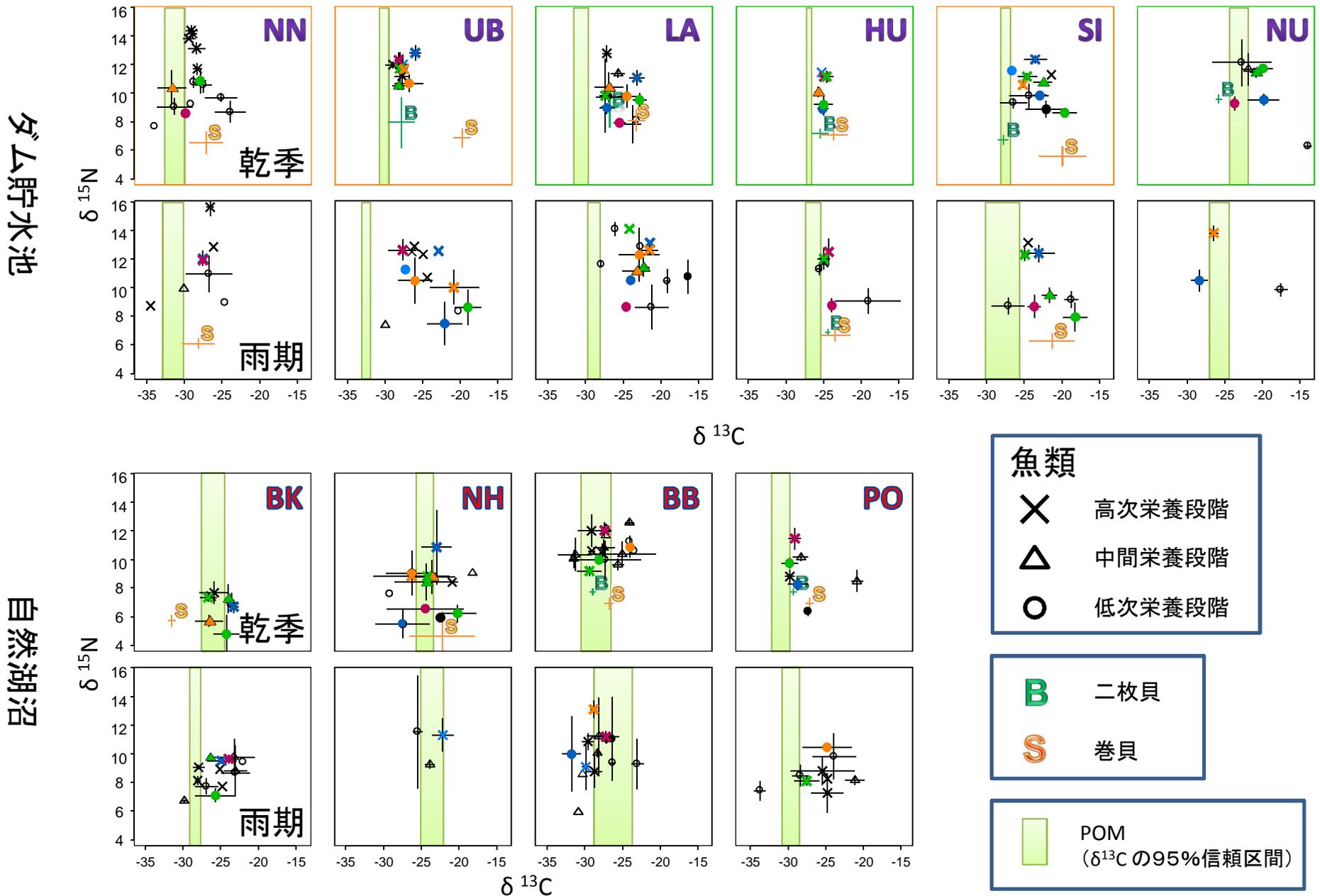
リン濃度と藍藻、*Microcystis aeruginosa*



藍藻は全リンに比例、ミクロキスティスは全リンの2乗に比例して急激に増殖する。

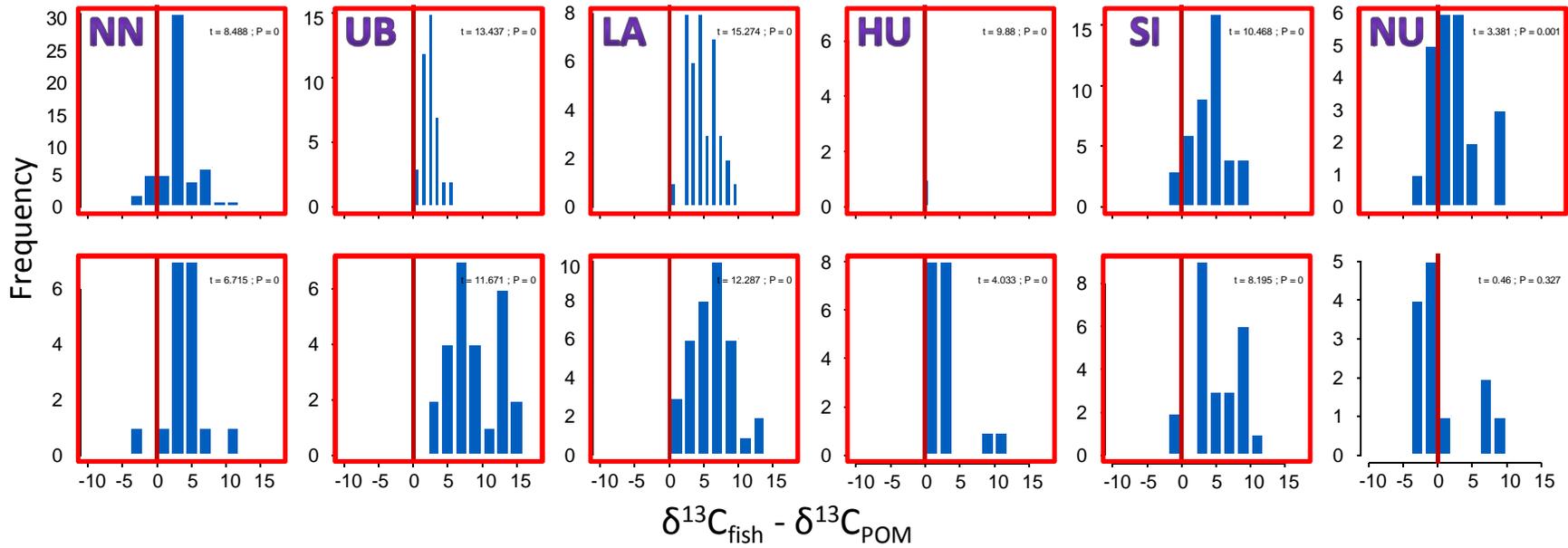
メコンのダム貯水池でアオコの発生はまだ確認されていない。

ダム貯水池と自然湖沼の食物網構造の違い(その1)

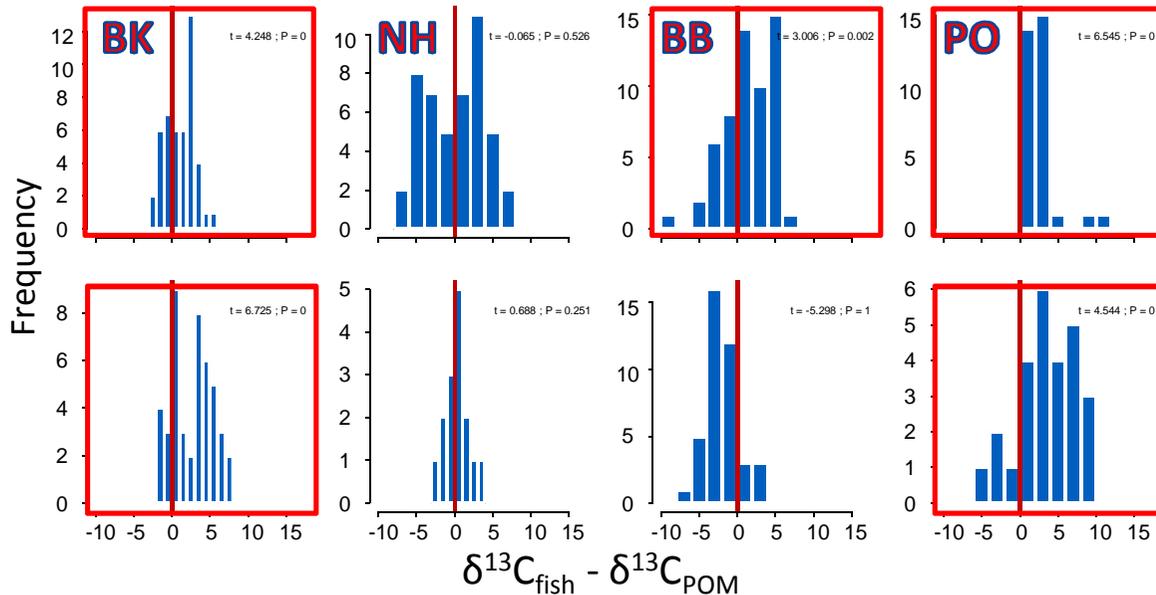


ダム貯水池と自然湖沼の食物網構造の違い(その2)

ダム貯水池



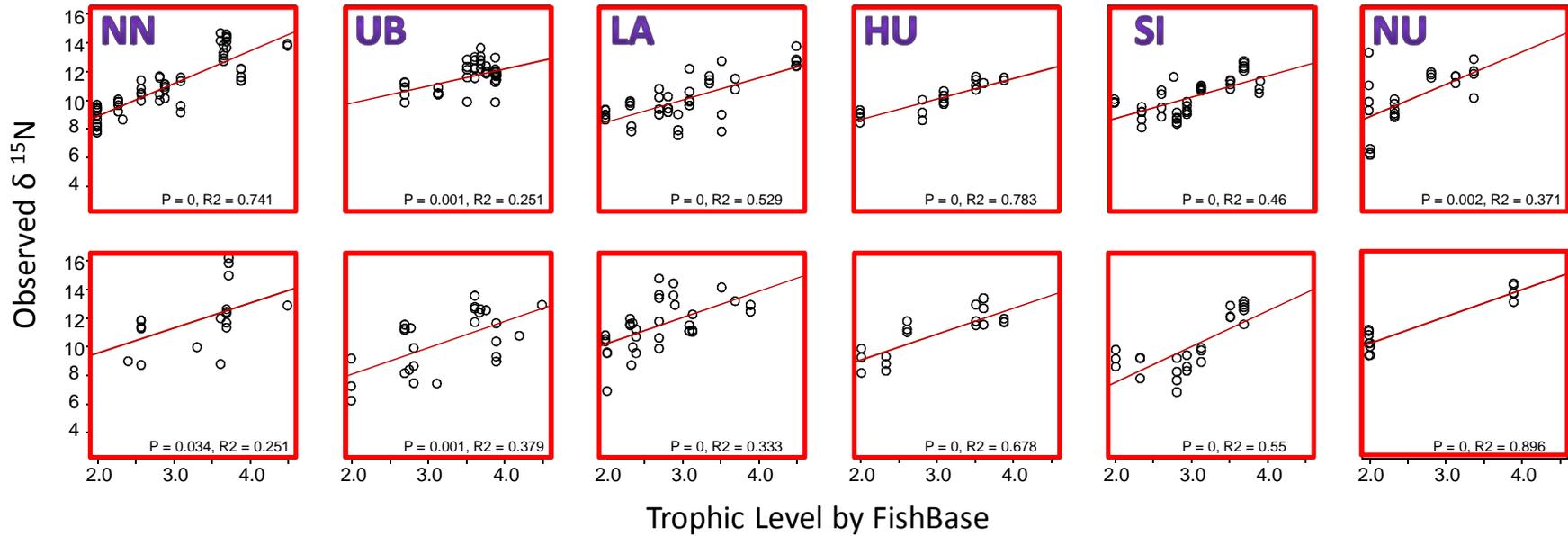
自然湖沼



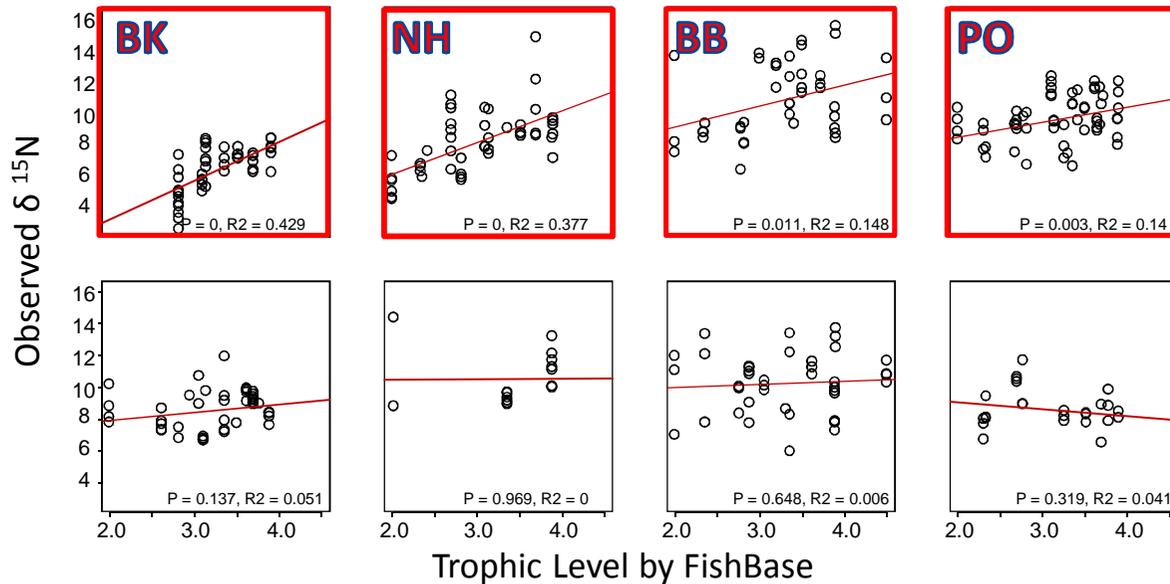
ダム湖では魚類の方がPOMより $\delta^{13}C$ が大きい。
一方、自然湖ではその違いは明瞭ではない。

ダム貯水池と自然湖沼の食物網構造の違い(その3)

ダム貯水池



自然湖沼



ダム湖では魚類の栄養段階に応じて $\delta^{15}\text{N}$ が上昇した。
一方、自然湖では雨期にその関係が失われた。

ダム貯水池と自然湖沼の食物網構造の違い(まとめ)



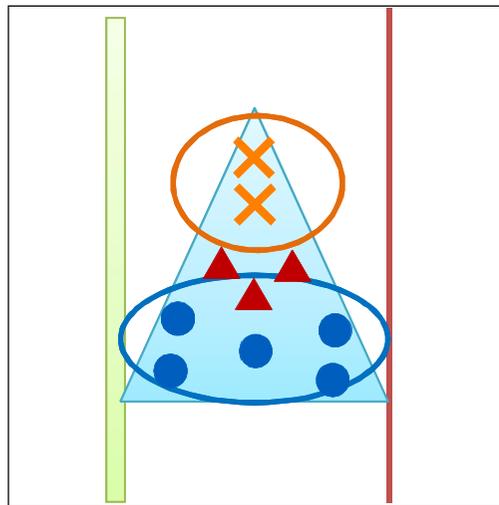
ダム貯水池(ダム湖)



自然湖沼

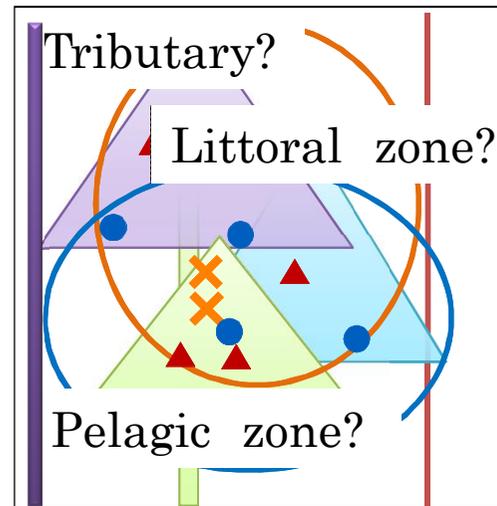
← ← 食性の乏しい単調な湖岸が続くダム湖

← 沈水林が発達するトンレサップ湖の湖岸



Phytoplankton Periphyton

ダム湖



Terrestrial plant?

自然湖

ダム湖には単一の食物網があり、自生性の有機物で支えられている。

一方、自然湖には複数の食物網が混在しており、雨季には他生性の有機物も利用される。

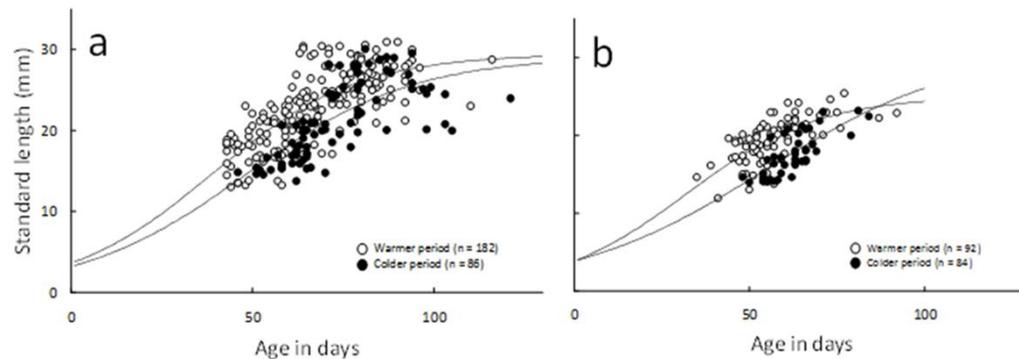
淡水魚の成長・初期生態(サブテーマ2から)



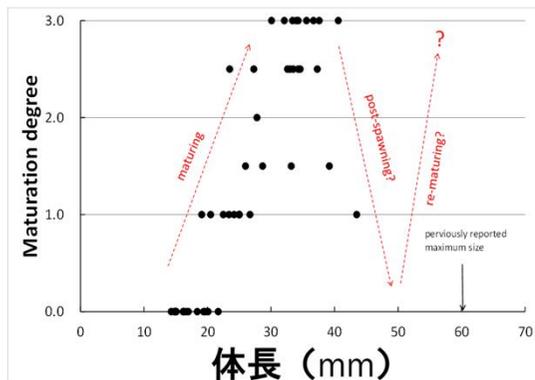
↑ 魚類の年齢査定形質



耳石に刻まれた日輪



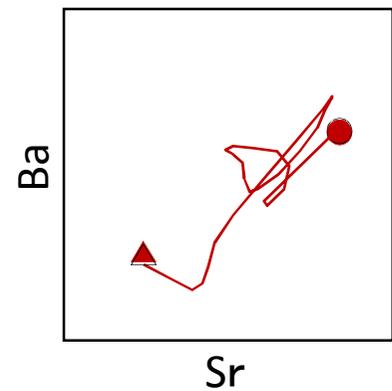
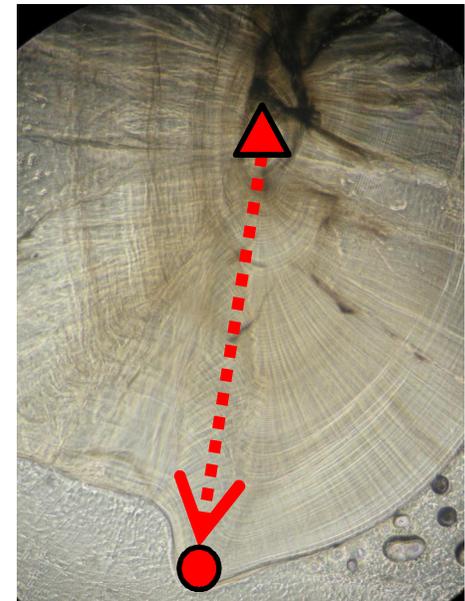
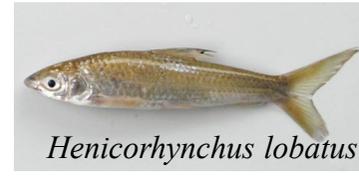
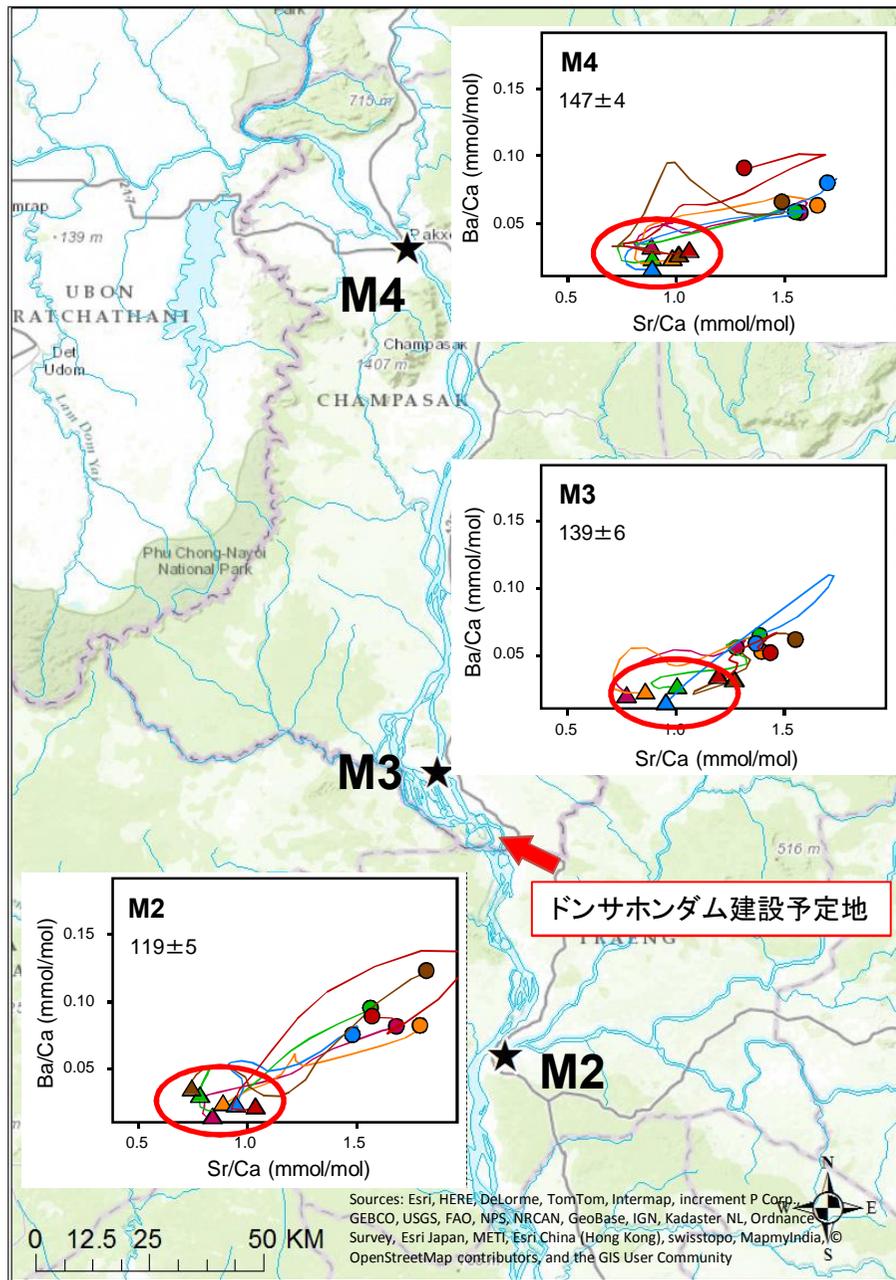
↑ 日輪から推定した成長曲線



← 生殖腺熟度から繁殖生態を推定

数種の淡水魚種について成長や初期生態を解明できた。漁業資源管理(漁獲制限など)に成果を活用できる。

耳石の微量元素分析による回遊履歴の推定(サブテーマ3から)

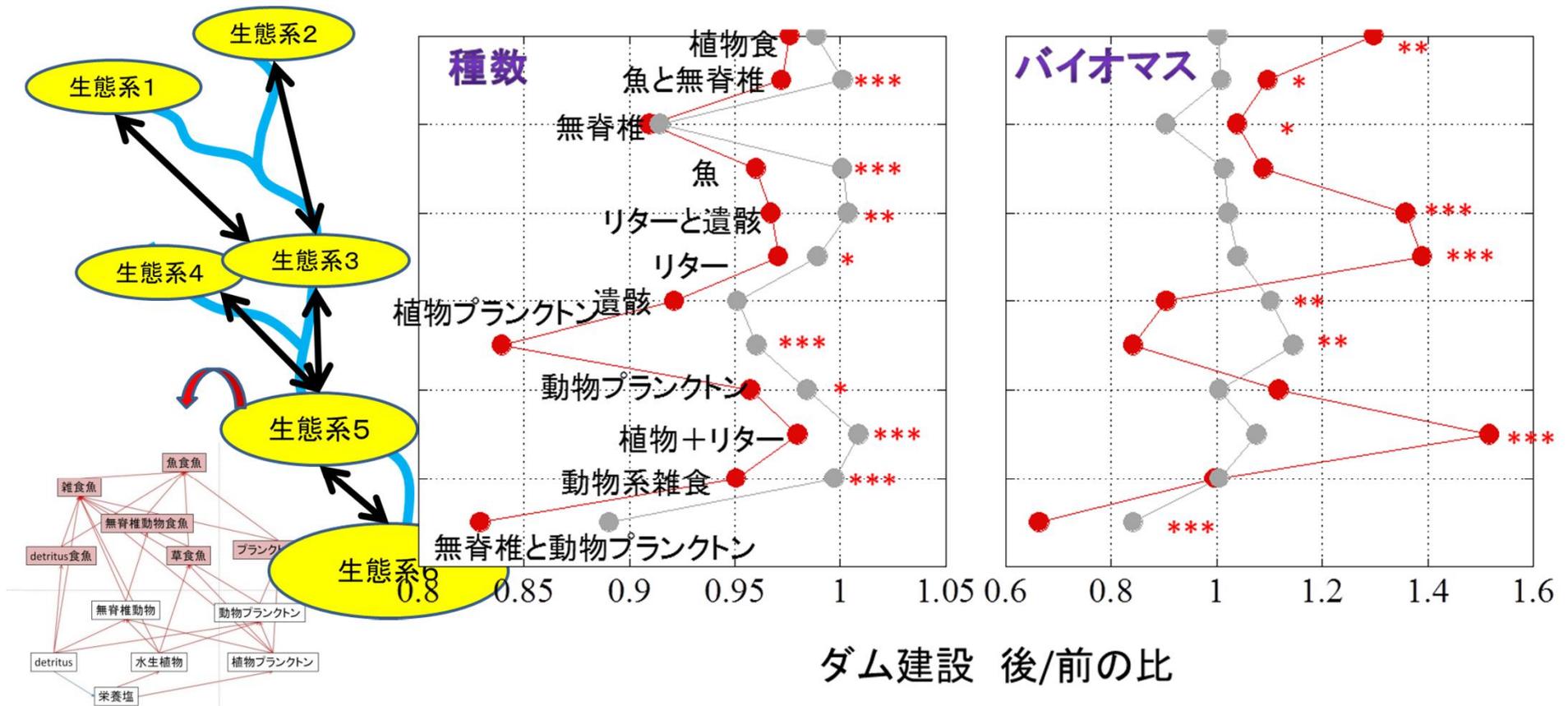


- ▲ 誕生地点の元素情報
- 死亡地点の元素情報

メコン本流ダムは回遊魚の移動を妨げる！

国立環境研より報道発表(H26.8.6)

ダム開発の生態学的コストベネフィット分析(サブテーマ4から)



メタ生態系モデル
複数の生態系間を物質と生物が移動する

ダム建設により一般に淡水魚の種数は減少する。しかし食性タイプによってはバイオマスが増加するものがある。

本研究の成果のまとめ

ダム貯水池からは高い一次生産、また魚類生産が期待できるという一面は確かにある。

しかし、ダム湖の生態系は自然湖沼のそれとは異質である。

特に自生性の単純な食物網構造は持続的な漁業(=生態系サービス)を保障するとは考えにくい。

今後、流域人口の増大にともない貯水池のアオコ発生という新たな環境問題の可能性も否定できない。

国際河川メコン川のダム開発と環境保全

-ダム貯水池の生態系サービスの評価-



メコン本流ダムは回遊魚の移動障害を通じて世界一の内水面漁業に甚大な影響を与える。

ダム建設により特定な魚種のバイオマスの増大が見込まれるが、全体的には生物多様性は低下する。

水産有用魚種については生態、生活史をある程度解明できた。

これらの知見をメコン地域の戦略的環境アセスメントに活用する上での道筋ができた。
(国際協力)

発表論文等

査読付き論文 (H27年3月5日現在)

- Fukushima M., Jutagate T., Grudpan C., Phomikong P., Nohara S. (2014) Potential effects of hydroelectric dam development in the Mekong River Basin on the Migration of Siamese mud carp (*Henicorhynchus siamensis* and *H. lobatus*) elucidated by otolith microchemistry. *PLOS ONE* 9(8):e103722.
- Phomikong P., Fukushima M., Sricharoendham B., Nohara S., and Jutagate T. (2014) Diversity and community structure of fishes in the regulated versus unregulated tributaries of the Mekong River. *River Research and Applications*. DOI: 10.1002/rra.2816.
- Phomikong P., Udduang S., Fukushima M., Sricharoendham B., Rattanachamnong D., Nohara S., and Jutagate T. Larval fish diversity and assemblages in three major Mekong tributaries with different degrees of regulation. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. submitted.

プレスリリース

メコン川の水産有用魚種の回遊生態解明:ダム開発による回遊魚への影響が明らかに. 国立環境研究所 平成26年8月6日. (英語版: **Fish migration in the Mekong River: Identification of dam development impacts on commercially important fish species**)

学会発表・招待講演等（H27年3月5日現在）

- 福島路生, 野原精一, Jutagate T., Grudpan C. メコン河におけるSiamese mud carpの回遊生態解明. 日本魚類学会年会 2012年9月, 下関市.
- 福島路生. 北海道とメコン川流域におけるダム開発と淡水魚類. 流域圏学会年会2012年9月, 高知市.
- 広木幹也, 富岡典子, 福島路生, 村田智吉, Tuanthong Jutagate, 今井章雄, 小松一弘. メコン川流域湖沼、ダム貯水池の一次生産速度. 第60回日本生態学会大会 2013年3月, 静岡.
- 福島路生. 北海道とメコン川におけるダム開発と淡水魚の保全. 北海道淡水魚保護フォーラム 基調講演. 平成25年3月20日. 札幌, 同講演要旨集2013
- 富岡典子, 福島路生, 広木幹也, 村田智吉, 今井章雄, 小松一弘, Tuantong. メコン川流域湖沼、ダム貯水池の藍藻の挙動について. 第47回日本水環境学会年会 2013年3月大阪.
- 福島路生, ダムや堰などがもたらす淡水魚類の多様性低下. 北海道魚道研究会 魚道セミナー2013 in 十勝. 基調講演. 帯広 2013.10月
- 福島路生, メコン川のダム開発と魚類への影響. 上智大学 公開連携講座. 講演. 東京 2014.1月
- Fukushima M. Possible effects of dam development on the fishes of the Mekong River. Seminar organized by Conservation International, Battambang, Cambodia, January 31, 2014. (招待講演)
- 広木幹也, 村田智吉, 富岡典子, 福島路生, Jutagate T., 今井章雄, 小松一弘. メコン川流域ダム貯水池における底泥の無機化、分解機能. 日本生態学会第61回大会、2014年3月、広島.
- 福島路生, 広木幹也, Jutagate T. ダム湖は湖か？魚類の食物網解析による検証. 日本生態学会第61回大会、2014年3月、広島.
- 村田智吉, 広木幹也, 富岡典子, 野原精一, 吉田勝彦, 福島路生, 今井章雄, Jutagate T. メコン流域ダム貯水池における湖岸、湖底のリンの蓄積形態. 日本ペドロジー学会2014年度大会. 2014年3月, 松江.
- 広木幹也, 富岡典子, 福島路生, 村田智吉, Tuanthong Jutagate, 今井章雄, 小松一弘(2014)メコン川流域ダム貯水池における一次生産. 日本陸水学会第79回大会, 同講演要旨集, 200
- 吉田勝彦, 広木幹也, 富岡典子, 村田智吉, 福島路生(国立環境研究所)(2014) ダムによる魚の移動阻害の影響ーメタ生態系モデルを用いたメコン川ダム開発の影響評価ー, 個体群生態学会第30回大会(つくば).
- Murata T., Hiroki M., Tomioka N., Nohara S., Yoshida K., Fukushima M., Imai A., Jutagate T., Srean P., Praxaysombath B. Sedimentation Processes of Phosphorus in the Catena in Dam Reservoirs in the Mekong River Basin. 20th World Congress of Soil Science. June 2014, Jeju, South Korea.
- Fukushima M. Possible effects of dam development on the fishes in the Mekong River. Workshop organized by the Department of Fisheries, Thailand, October 28, 2014.
- 福島路生, メコン川の生態系サービスとダム開発の影響. 上智大学 公開連携講座「国境を越えたアジアの環境問題」. 講演. 東京 2014.11月