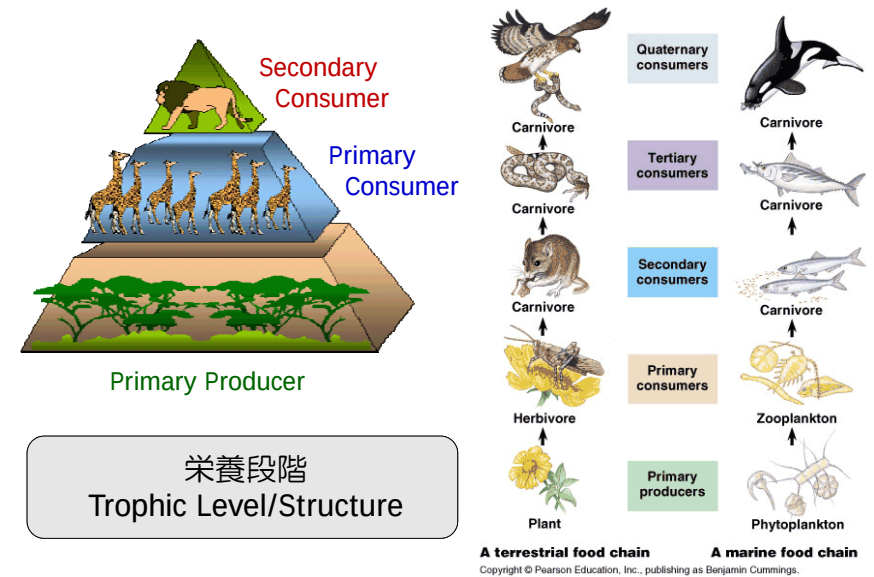


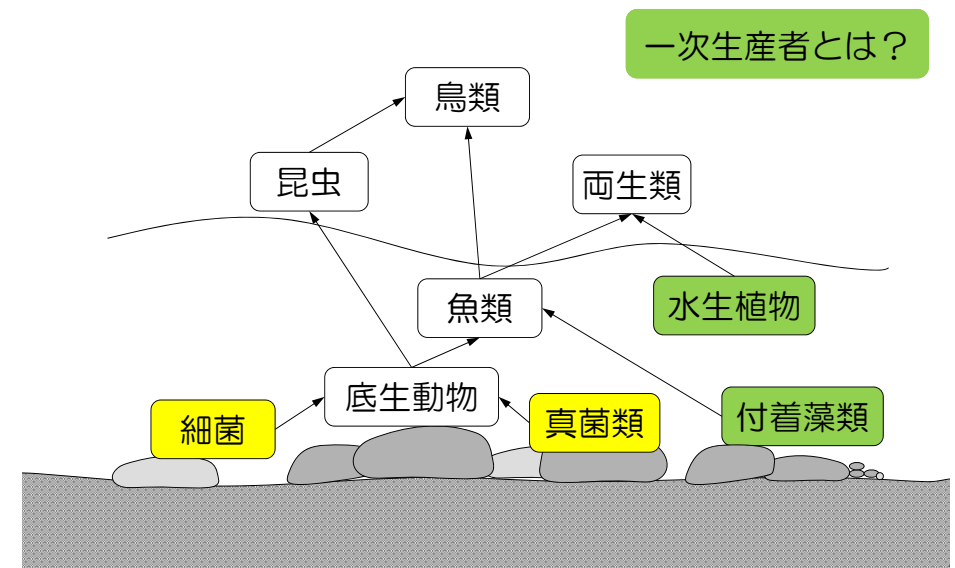
水環境工学

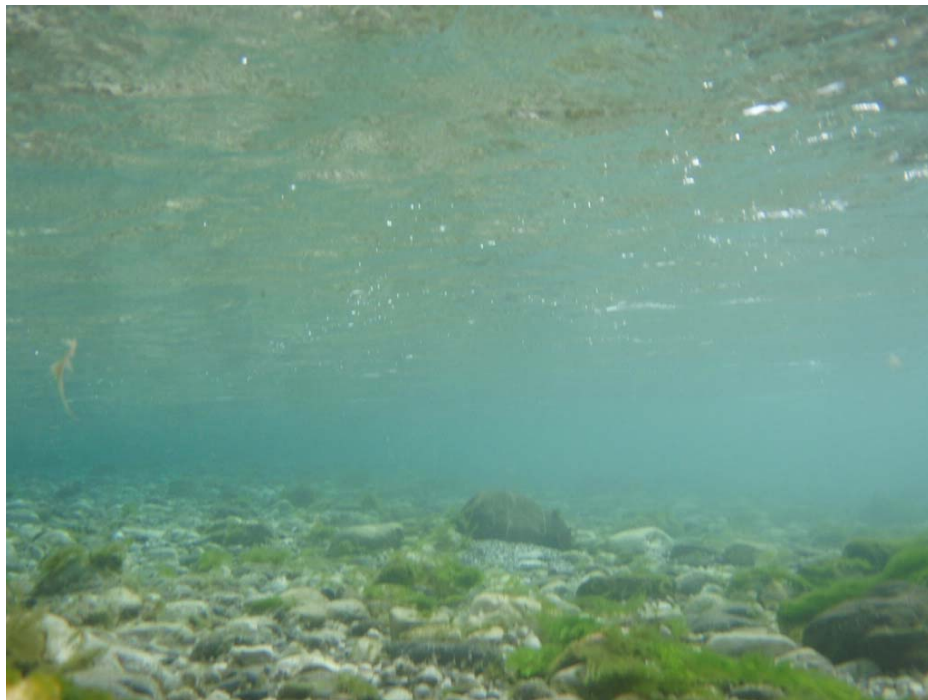
14. 河川環境管理

食物連鎖



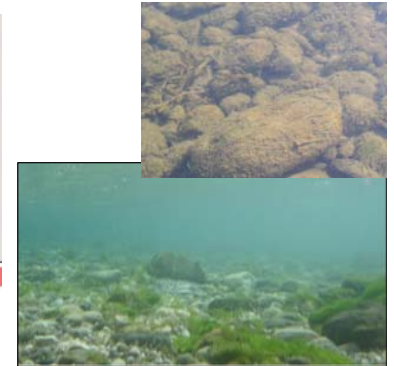
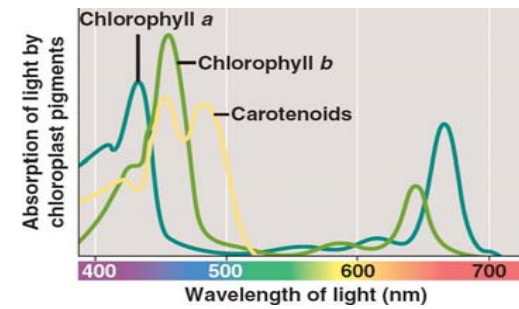
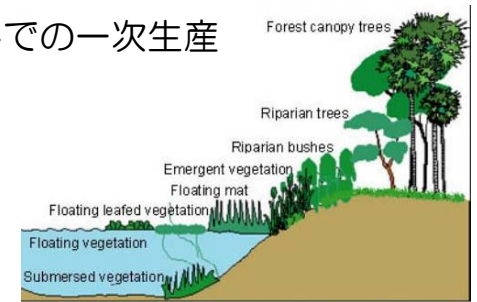
河川生態系の主な構成者





水域生態系での一次生産

- 植物プランクトン
- 付着藻類
- 水生植物



アユの稚魚



カワウ

多摩川のアユ

https://thepage.jp/tokyo/detail/20160624-00000002-wordleafv?utm_expId=90590930-61.xNzyDIPgQMqWLPbfWLKP-A.0&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

河川生態系における底生動物

摂食機能群による分類

- Shredders (破碎食者)
 - 木の葉や枝を細かく碎いて食べる
- Scrapers (刈取食者)
 - 河床の付着藻類等を削り取って食べる
- Filterers (濾過食者)
 - 流れてくる有機物を網で捕らえて食べる
- Gatherers (沈殿食者)
 - 河床に堆積した有機物を集めて食べる
- Predators (肉食動物)

コカゲロウ科



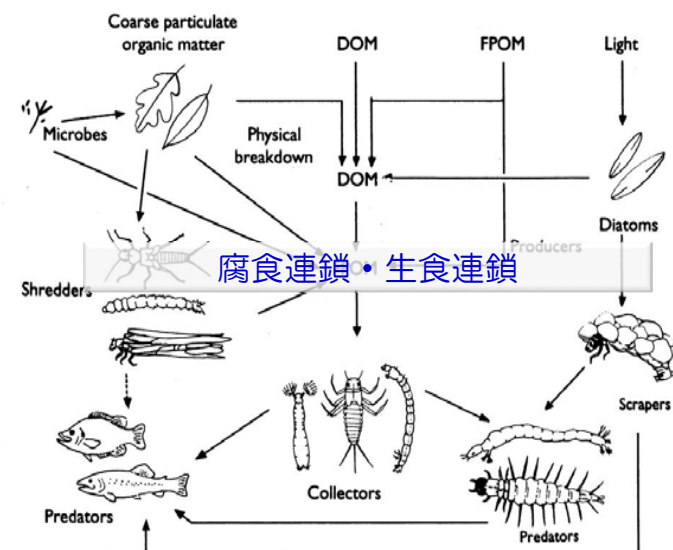
トビロカゲロウ科

トビケラ (水生昆虫)



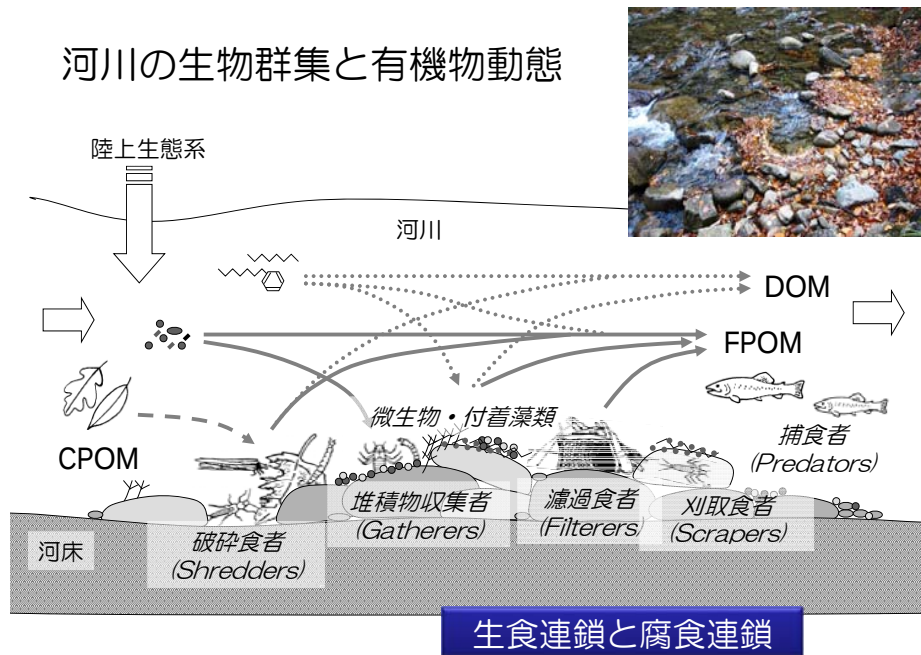
Image from ASLO

河川生態系における食物連鎖 (水中)



Allan (1995)

河川の生物群集と有機物動態

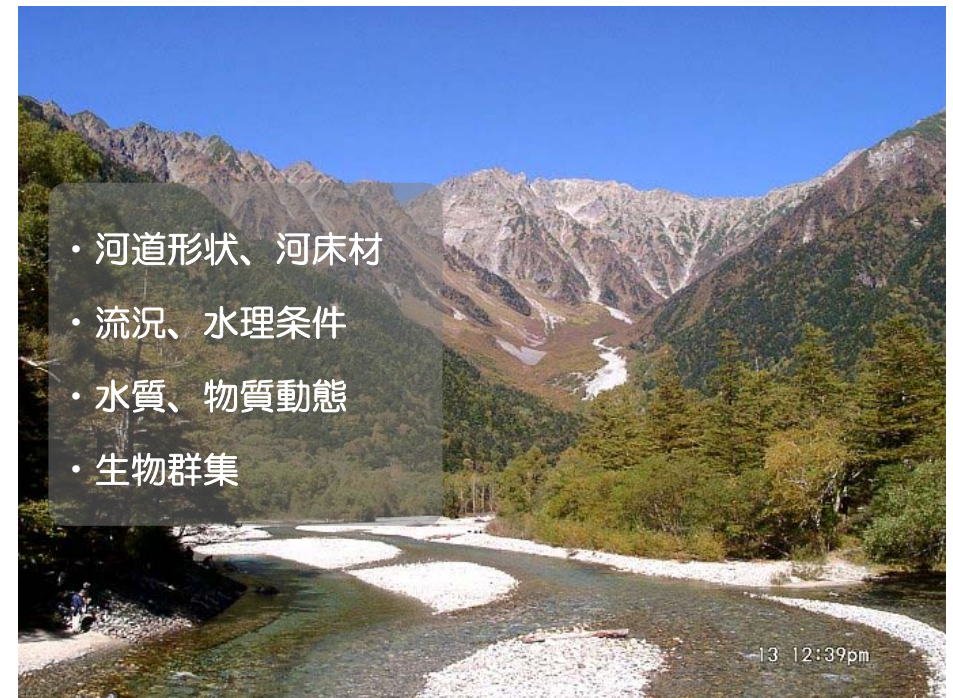


日本の河川の特徴とその生態系

- 山地および沖積平野を流下し、短く、急勾配
 - 上流部：河畔林からの豊富な有機物の移入
 - 平野部：平水時の低い濁度 → 高い内部生産
- 頻発する短期の増水
 - 増水時の懸濁成分の集中的な輸送
 - 生態系の頻繁な攪乱・更新
- 豊富な水生生物
 - 高い種多様性（魚類: 312種; 水生昆虫EPT: 701種）
（魚類：ニュージーランド56種、イギリス87種）
 - 豊富な固有種（魚種: 28.2%以上）
 - 豊富な回遊魚（37%）
 - 地域ごとに特有の生物群集

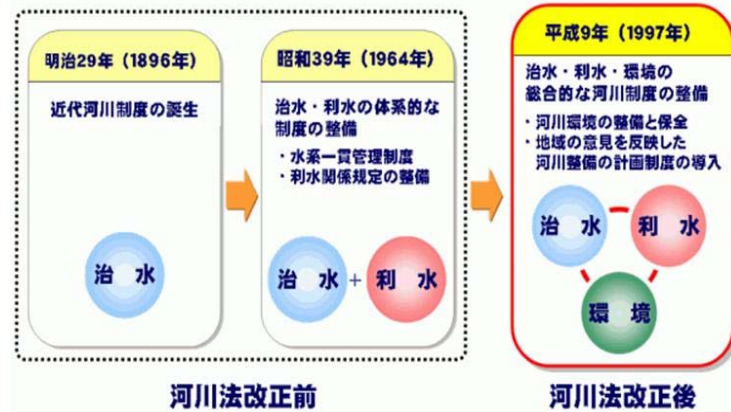
Taniguchi et al. 2001, Yum et al. 1998, MLIT 2001, Fish Base Team, 2004

- 河道形状、河床材
- 流況、水理条件
- 水質、物質動態
- 生物群集



河川法

国土保全や公共の利害に関わりのある水系を一級河川・二級河川・準用河川に区分し、これら河川の利用・治水・管理などを定めた法律。1964年（昭和39）制定。



国土交通省より

河川環境の主な管理手法

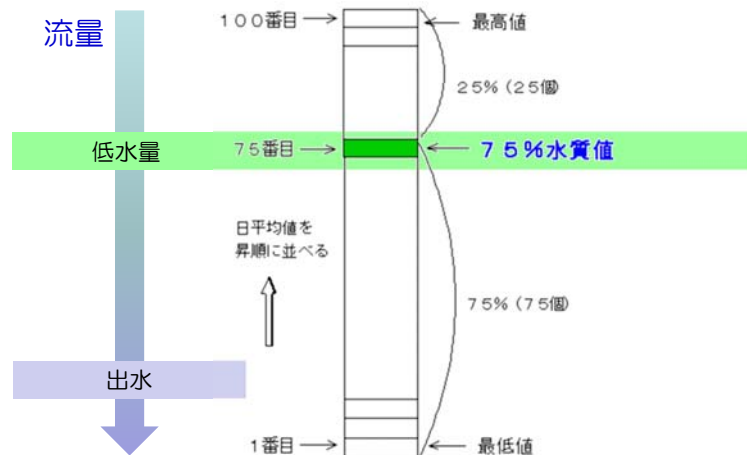
1. 人の健康の保護
2. 生活環境の保全
3. 生態系の保全

P. 237-

河川的环境基準とは？

- ・ 流況、水理条件
- ・ 河道形状、河床材
- ・ 水質、物質動態
- ・ 生物群集

75%水質値



【例】測定値が100個の場合
100個の日平均値を、測定値の低い方から高い方に順（昇順）に並べる。
低い方から数えて75%目（第75番目）が、「75%水質値」。

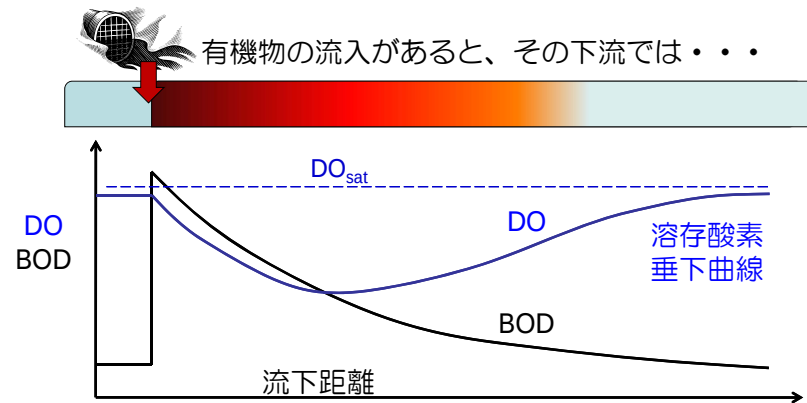
<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/>

自浄作用と再曝気



国土交通省

河川の自浄作用（有機物流入と溶存酸素）

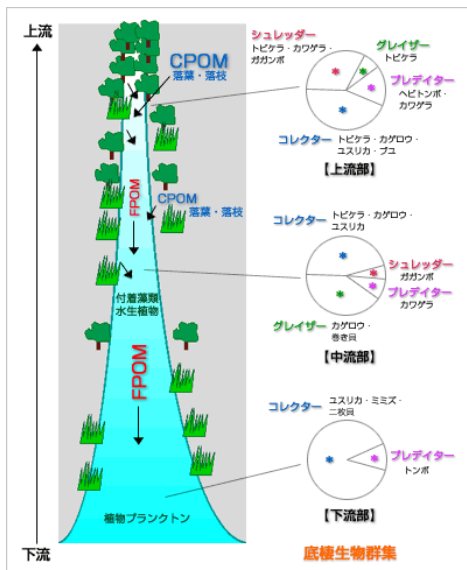


Streeter Phelps's equation

$$\frac{d[BOD]}{dt} = -k_1[BOD] \quad \frac{d[DO]}{dt} = -k_1[BOD] + k_2([DO]_{sat} - [DO])$$

k_1 : 脱酸素係数（自浄係数） k_2 : 再曝気係数

河川連続体仮説

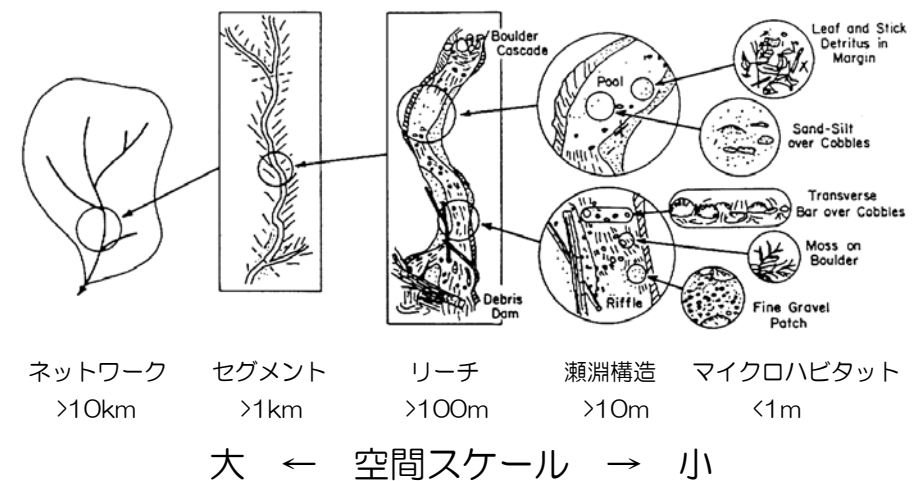


流域スケールで物質の流れに基づき縦断方向の河川の変化を説明した仮説

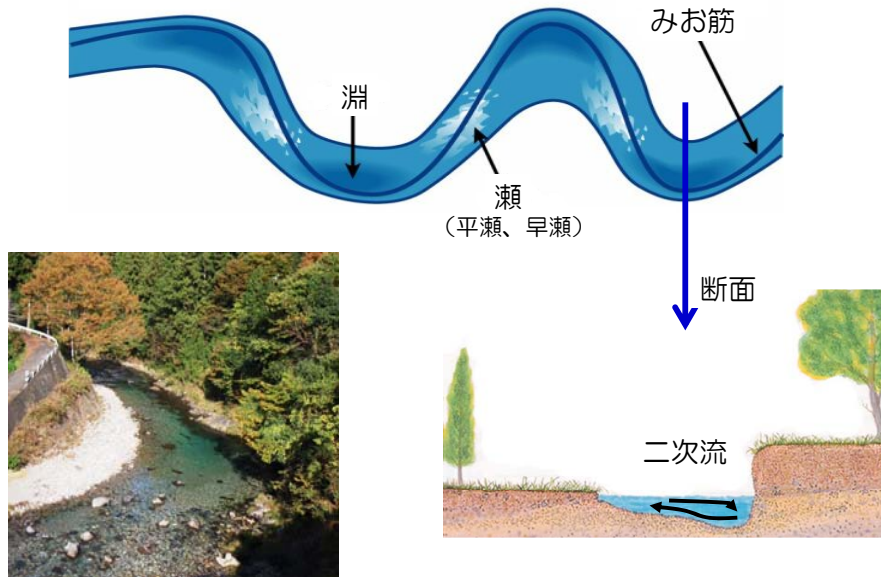
- CPOM: 粗大有機物 (> 1mm)
- FPOM: 微細有機物 (1mm - 0.45μm)
- DOM: 溶存有機物 (< 0.45μm)

- 上流 → 狭い → 河畔林が重要
- 下流 → 広い → 河川内生産が重要

河川生態系の階層的構造



河川の瀬淵構造



瀬淵と生物群集との関連

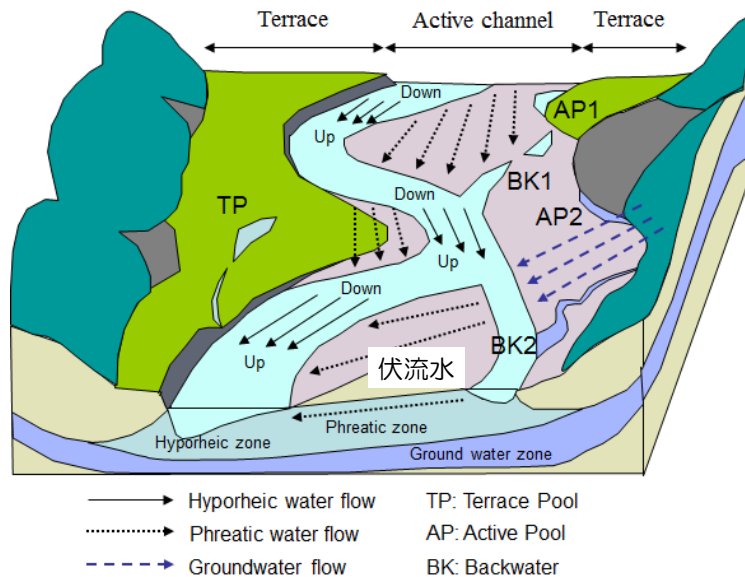
瀬

- ・アユは、瀬の砂利底を産卵場とし、石礫に付着した藻類を餌としている
- ・オイカワは平瀬の砂礫底を産卵場として利用
- ・ヒラタカゲロウは、瀬を生息地として利用

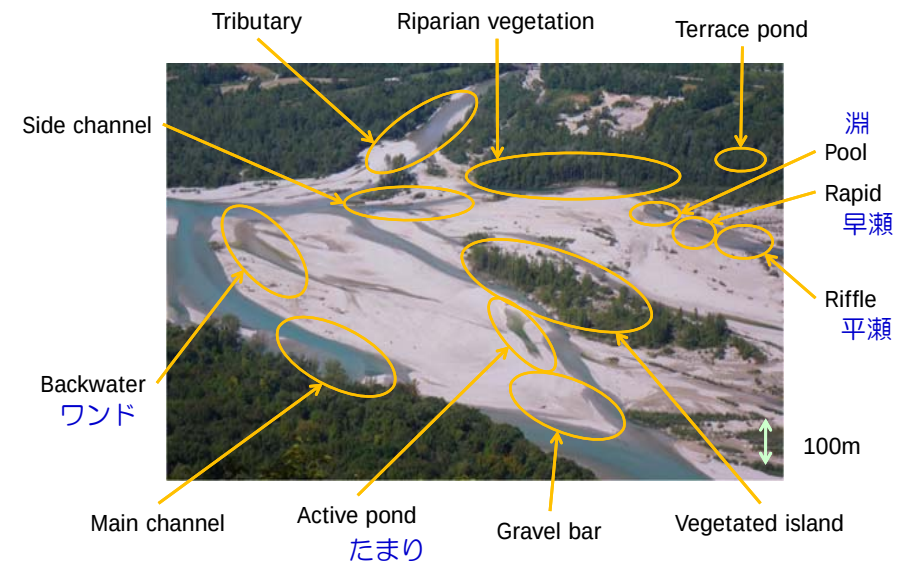
淵

- ・アユ、オイカワをはじめとする魚類が休憩場として利用
- ・ドンコは生息地として利用（泥底よりも砂礫底を好む）
- ・カモ類は淵等の開放的な緩流部を越冬地として利用

河川の生息場構造



河川氾濫原に形成される物理生息場



多自然川づくりの例【The Nuki River (Kitakyushu city)】



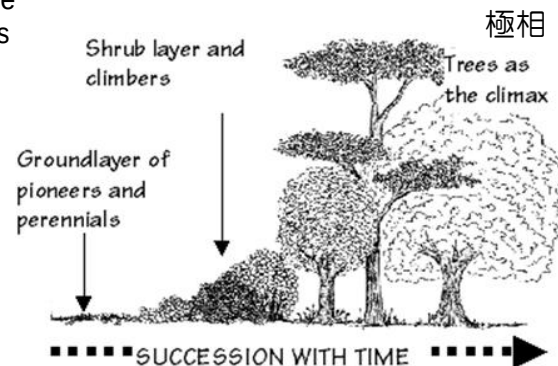
河川生態系の特徴

1. 開放的であり、連続性が重要
2. 時間的・空間的に不安定
3. 多様な空間を有し、多様な生物を育む
4. 河岸や河床などの境界域が重要

河川の生物群集の特徴は？

群集の遷移 (Succession)

Progressive transformation or origination of a biological community as new plant and animal species come into an area and alter the environmental conditions

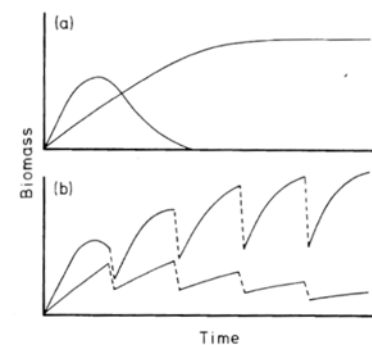


<http://www.self-willed-land.org.uk/>

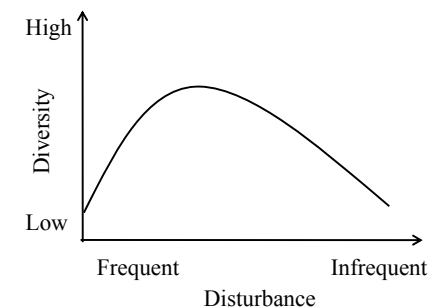
攪乱と生態系

生態系・群集・あるいは個体群の構造を乱し、資源・基質の利用可能量・物理環境を変えるような、顕著なイベント

Dynamic equilibrium model
(Huston, 1979)



Intermediate Disturbance Hypothesis
(J. Connell, 1987)



Local species diversity is maximized when ecological disturbance is neither too rare nor too frequent.

自然再生事業の例<Azamenose, Matsuura River, Saga>



環境管理

改善：環境を修復する
浄化や生態系の再生など

予防：環境を保全する
破壊や汚染などの回避

共生：社会活動を自然と調和
資源の有効利用、自然環境の創出

講義日程

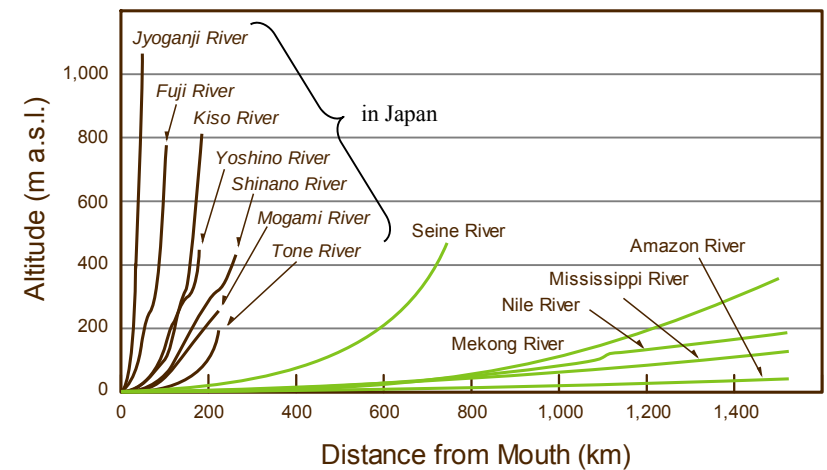
- 6月13日（月）1. 水環境問題概論 <水環境レポート1>
- 6月16日（木）2. 上水道の歴史・計画
- 6月20日（月）3. 分析化学の基礎
- 6月23日（木）4. 水質化学1 <水環境レポート2>
- 6月27日（月）5. 浄水処理技術1
- 6月30日（木）6. 浄水処理技術2
- 7月 4日（月）7. 中間試験（浄水処理まで）
- 7月 7日（木）8. 下水道の歴史・計画
- 7月11日（月）9. 水質化学2
- 7月14日（木）10. 下水処理技術
- 7月18日（月）11. 微生物と下水の高度処理技術
- 7月21日（木）12. 下水の高度処理と再利用
- 7月25日（月）13. 生態系の基礎
- 7月28日（木）14. 河川環境管理
- 8月 1日（月）15. 湖沼環境管理
- 8月 4日（木）16. 期末試験（下水道から水環境管理まで）
- 8月15日（月）まで 水環境レポート3

参考資料

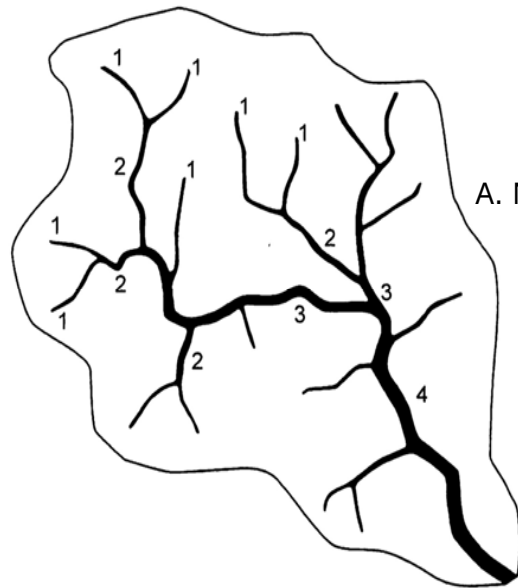
河川生態系を理解するためには

- 河道形状、河床材
- 流況、水理条件
- 水質、物質動態
- 生物群集

河川の縦断勾配



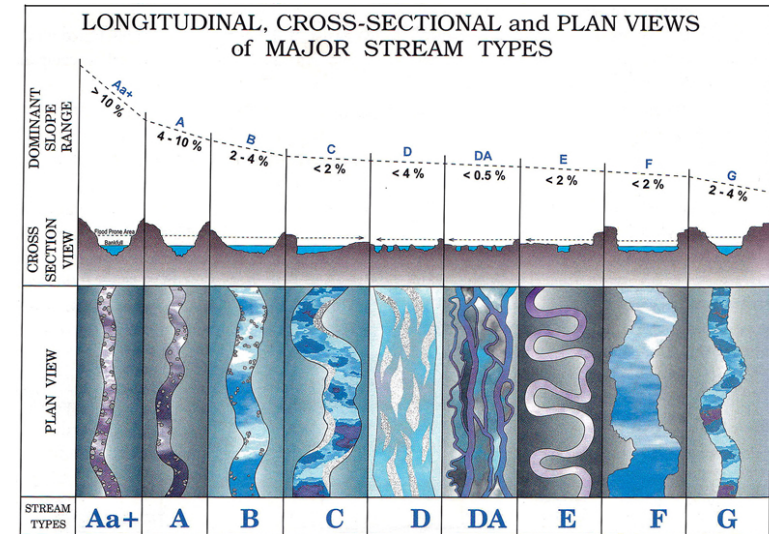
河川次数 | Stream Order



A. N. Strahler (1952)

日本の典型的な河川では
1 – 3: Headwater
3 – 5: Alluvial fan
5 – 7: Lowland segments

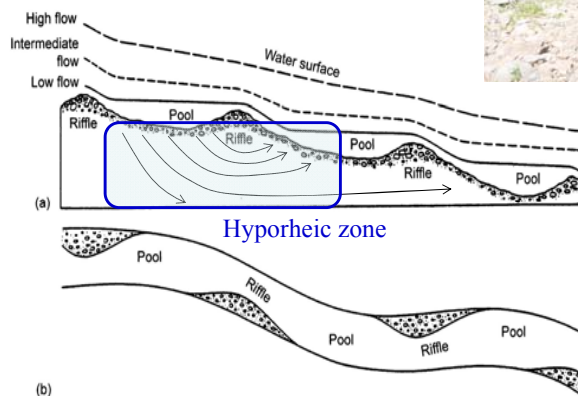
縦断勾配と河道形状



(Applied River Morphology, Rosgen & Silvey, 1996)

伏流水

The hyporheic zone is a region beneath and lateral to a stream bed, where there is mixing of shallow groundwater and surface water.



Stream Ecology (2007)

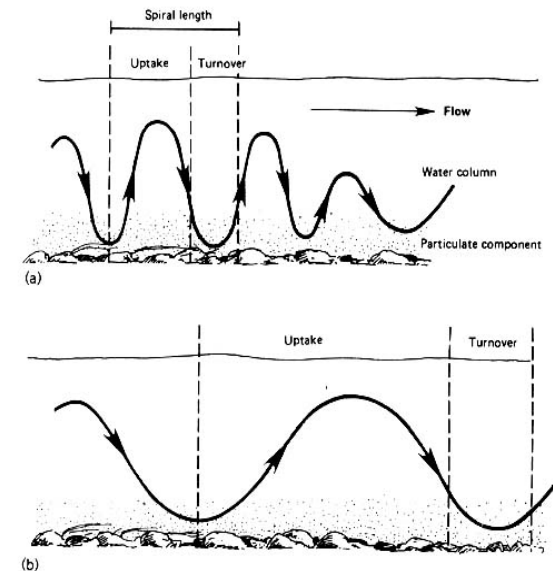
栄養塩スパイラリング | Nutrient Spiraling

窒素の形態

- アンモニア
- 亜硝酸
- 硝酸
- 有機窒素

リンの形態

- リン酸
- 有機リン



水環境に関する主な法律

- ・河川法
 - ・河川管理施設等構造令
 - ・海岸法
 - ・砂防法
 - ・砂利採取法
 - ・災害対策基本法
 - ・水防法
 - ・公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法
 - ・水資源開発促進法
 - ・国土形成計画法
 - ・国土利用計画法
 - ・都市計画法
 - ・都市公園法
 - ・都市緑地保全法
 - ・景観法
 - ・都市の美観風致を維持するための樹木の保存に関する法律
- ・下水道法
- ・水循環基本法（2014年7月までに施行）
- ・廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- ・環境基本法（1993年←1972年）
- ・環境基準に係る水域及び地域の指定の事務に関する政令
- ・水質汚濁防止法
 - ・水質汚濁に係る環境基準について ダイオキシン類対策特別措置法
 - ・湖沼水質保全特別措置法
 - ・環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律
- ・自然再生推進法
 - ・自然環境保全法（1972年）
 - ・絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律
 - ・鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律
 - ・環境影響評価法
 - ・生物多様性国家戦略
 - ・ラムサール条約（水鳥の生息地に関する国際条約）
 - ・生物多様性条約

目標水質

- ・水質汚濁防止法
 - － 有害物質の排出基準（付表3、p244）
 - － 一般項目の排出基準（付表3、p245）
- ・都道府県の条例で厳しい基準を設定
- ・下水道法施行令の改正（2004）
 - － SS：40mg/L以下に
 - － 下水道管理者が計画放流水質を定める（BOD、T-N、T-P）
 - － 合流式では流量での加重平均でBOD40mg/Lに

下水処理において重要な物質
固形物、有機物、窒素、リン

水生生物保全のための水質環境基準（2003年）

水生生物保全のための基準の新規追加

従来の水道や水産といった利水による類型に対し、水生生物の生息状況の適応性水域（水温、産卵・繁殖又は幼稚仔の生育場など）に応じて6種類の水域の類型を設定。

全亜鉛の選定と基準値

既存の科学的知見に基づき、水環境の汚染を通じ水生生物の生息又は生育に支障を及ぼすおそれがあり、水質汚濁に関する施策を総合的かつ有効適切に講ずる必要があると判断された。河川の基準値：0.03mg/l以下

要監視項目

クロロホルム、フェノール及びホルムアルデヒド（現時点では直ちに環境基準とせず、引き続き知見の集積に努めるべきと判断）

水質環境基準の設定背景

健康項目

- ・水質項目と基準値
 - 重金属、有機塩素化合物、農薬などの毒性物質
- ・水道水質基準との整合性
 - 人の健康影響中心
 - 魚介類の影響も考慮
- ・評価値：年間平均値
 - シアンは最高値
 - 急性毒性と慢性毒性
- ・要監視項目及び指針値
 - 有機塩素化合物、農薬、フタル酸エステルなど

生活環境項目

- ・水質項目と基準値
 - BOD、COD、pH、SS、DO、大腸菌群数、油分、TN、TPなど
- ・用水基準との整合性
 - 自然環境保全、水道、水産、農業、工業、環境保全
 - 富栄養化対策（TN、TP）
- ・評価値：日平均値
 - 低水量での水質評価：75％値

水生生物保全の基準追加

全亜鉛の基準値設定（2003年）
要監視項目 3物質



東京都下水道局より

縦断方向の河道の一般的变化

上流

下流

**single, thread,
straight**

multiple thalweg,
braids

**single, thread,
meanders**

constrained

highly unstable

migrating

little or none

moderate

expansive

**narrow riparian
corridor**

**pioneer
community**

**pioneer to
mature stages**

lotic

lotic
semi-lotic

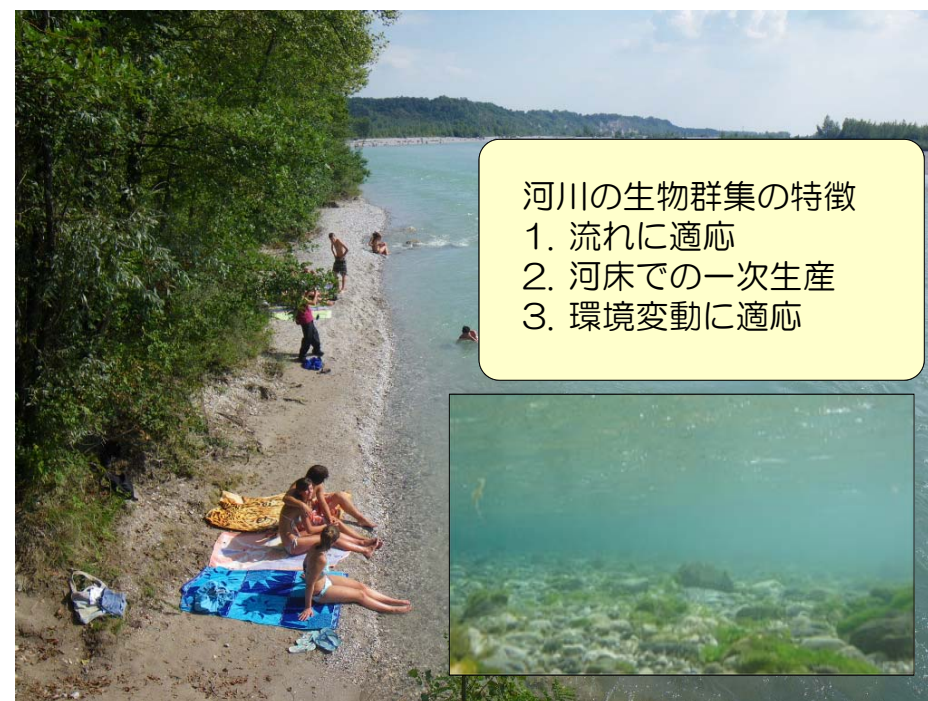
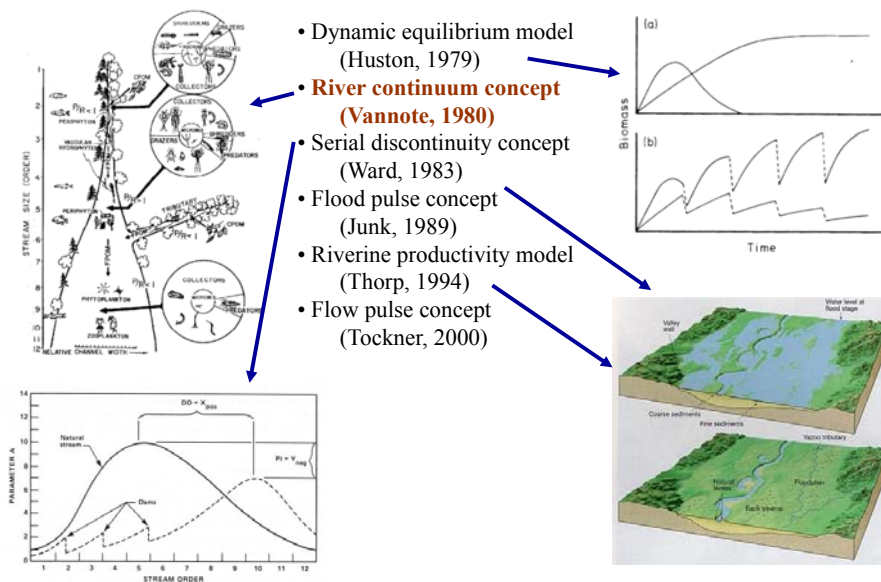
lotic
semi-lotic
lotic

An aerial photograph of a river delta, likely the Amazon, showing a complex network of channels and islands. A yellow arrow points to a specific area within the delta, indicating a location of interest for the study.

Ward & Stanford 1983



河川生態系を説明する概念・モデル



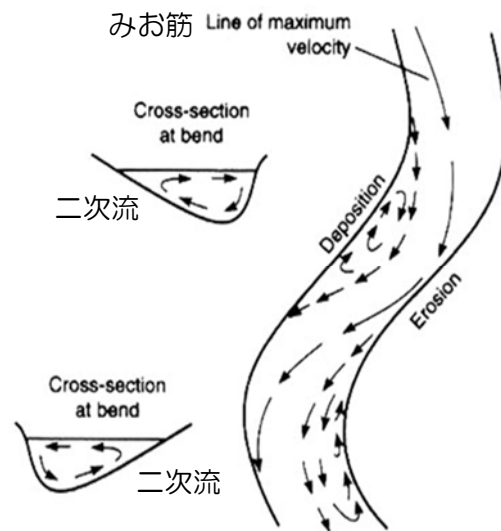
都市河川



自然状態の温帯河川（下流域）



瀬淵構造と水理

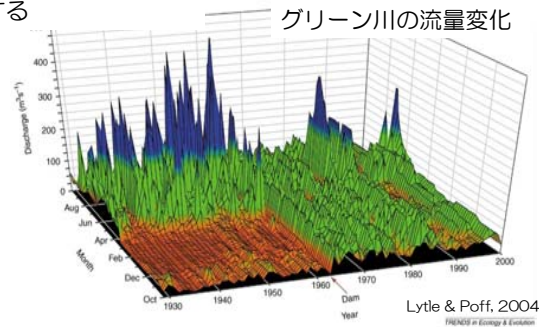


流量の変動パターンと生物群集

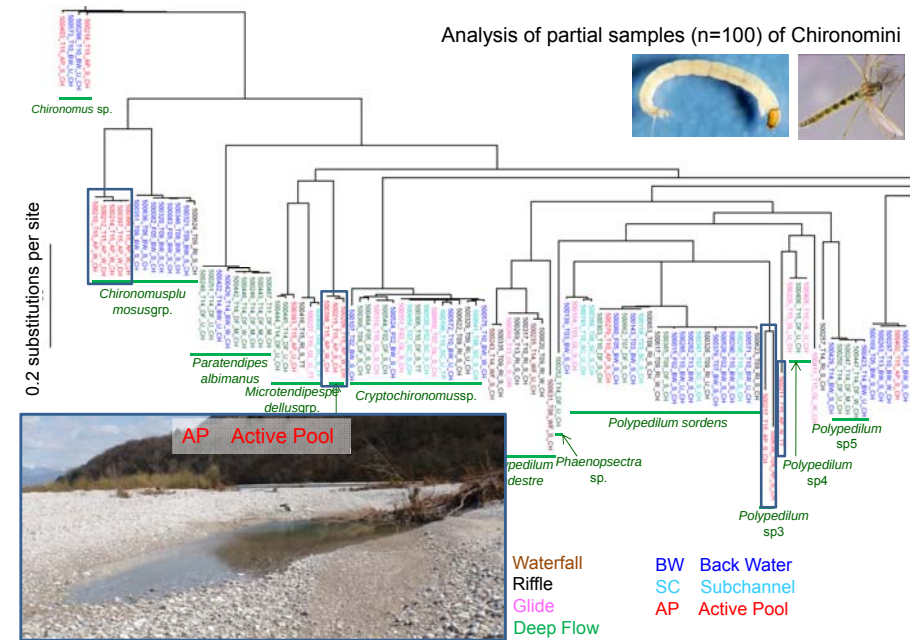
＜流況の生態学的役割＞

さまざまな環境勾配を形成することにより、

1. 物理的生息場条件に支配的な影響を与える
2. 適切な水質を維持する
3. 水生生物の生活史戦略を左右する
4. 縦断・横断方向の連続性を維持する
5. 外来種の侵入と繁殖を抑制する



Comparing morphospecies and DNA species

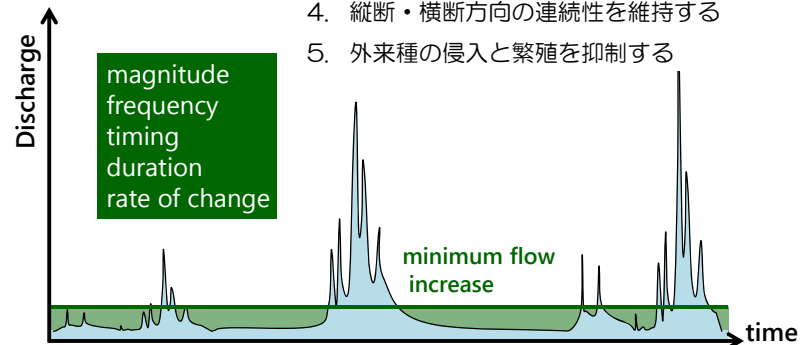


流量の変動パターンと生物群集

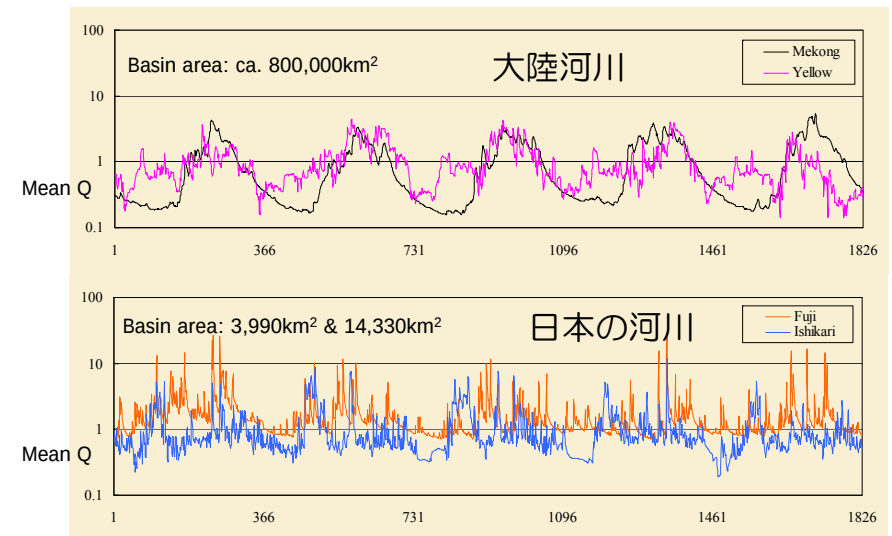
＜流況の生態学的役割＞

さまざまな環境勾配を形成することにより、

1. 物理的生息場条件に支配的な影響を与える
2. 適切な水質を維持する
3. 水生生物の生活史戦略を左右する
4. 縦断・横断方向の連続性を維持する
5. 外来種の侵入と繁殖を抑制する



流況の比較



日本の河川は短期的な流量変動が大きい