

# 水産資源の生産を支える名取川の環境 ～川と海のつながり～

伊藤絹子

名取川河口域（写真提供 国土交通省仙台河川国道事務所）

# 水産資源の生産を支える名取川的环境 ～川と海のつながり～

## 主な内容

- 1 名取川に生活する生物と環境の関係      河口汽水域を中心に  
アユ・サケなどの魚類  
アサリ、シジミなど二枚貝類  
魚類と二枚貝の関係
- 2 東日本大震災の影響と回復の過程  
天然アユの回復  
ヤマトシジミの回復  
アサリの課題
- 3 持続可能な地球環境      身近な自然に学ぶ  
食料は全て生物の生命活動の連鎖  
CO<sub>2</sub>は地球環境と生態系のかなめ

## 汽水域生態系

河川域と海域の接点 環境の変化が大きい場所

### 汽水域

海水と淡水が混ざり合って形成

潮汐リズム・・・地球と月の引力の影響

干潮と満潮

海水： 塩分が30psu(約3%食塩水)以上



この間が汽水

淡水： 塩分が0.5psu 以下



## 汽水域の重要性

## 食資源の生産と環境保全の両立

生物生産・物質循環・水質浄化機能 **すべて結びついて機能**

- \* 高い生物生産力： 基礎生産の場 光合成が活発  
(微細藻類と海藻類)

アサリ, シジミなど二枚貝の生産場

- \* 生育場 (魚類, 貝類, 甲殻類など)  
稚魚の保育場として(スズキ, クロダイ, イシガレイなど)  
サケ, アユ, ウナギなどの一時的な生活の場
- \* 海と川の連関の場 潮汐による水の流動, 生物の移動

## 川岸のアシ原:

- \* 鳥類の生活の場 ツバメ, キジなど
- \* 甲殻類の生活の場 アシハラガニなど
- \* \* 栄養塩の吸収 葦の繁茂 **水質浄化機能**



## 川と海を行き来する魚類

## 通し回遊魚

\* 遡河回遊魚 川 → \*海 → 川で産卵

サケなど

\* 降河回遊魚 海 → \*川 → 海で産卵

ウナギなど

\* 両側回遊魚 川 → 海 → \*川で産卵

アユなど

\*印 おもに成長する場所

生活場所を大きく変えていく！

その間に食物も大きく変化

\* 生活の場所を大きく変えてゆく

## 事例1 ウナギ



ニホンウナギ 絶滅危惧種

稚魚 シラスウナギ

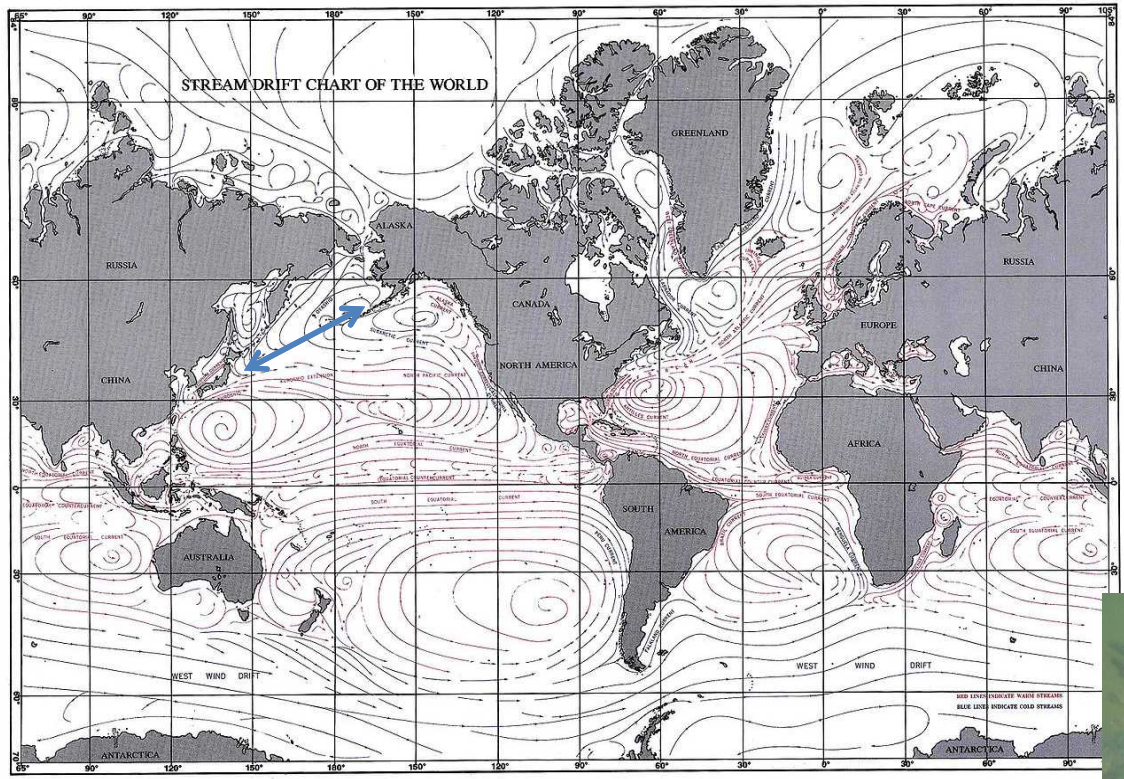
2020年4月に河口域で採集  
黒潮により運ばれてくる

広瀬川のニホンウナギ  
川で成長

成熟はしない  
マリアナ諸島付近まで戻り、  
産卵



# 生活場所を大きく変えてゆく 事例(2) サケ



サケの仔魚



サケは数千キロメートル規模で生活域を変えている  
河川から内湾へ 外洋へ オホーツク海をへて  
ベーリング海へ  
産卵のために生まれた川へ戻ってくる





河川域でのサケ稚魚(体長約5cm)  
の食物 主に水生昆虫



広瀬川の水生昆虫 (淡水フィールド図鑑より 引用)

シオダマリミジンコ

底生性の  
カイアシ類

サイズが小さい

河口沿岸域



*Tigriopus japonicus*

外洋域

浮遊性の動物プランクトン

*Eurytemora herdmani*



## サケの発育

## 骨格の形成など未完成の状態では放流される

仔魚期 20 ~ 38mm

内部栄養(卵黄)

稚魚期 50mm まで

水生昆虫・小型の動物プランクトンを摂食

43mm

硬骨形成開始

50mm

軟骨形成完了

50mm

尾びれの湾入完了

50mm

椎体・肩帯の化骨

前期幼魚期 80mm まで

大型の動物プランクトンなどを摂食

70mm

尾骨の完成 (遊泳推進力)

80mm

鰓耙数が定数に 消化管が完成

後期幼魚期 80mm以上

120mm

鰭と担鰭骨完成 (遊泳制御能力)

「サケ稚魚の生態」 変化の過程である

形態変化を伴い成長する時期（発育段階の移行期）

= 生活場所を移動する時期

= 食物の変化 多様な動物プランクトン

河川～内湾域の食物環境

小型の付着性カイアシ類から

浮遊性の大型カイアシ類へ移行

約1ヶ月間、河口・内湾域で生活 その後 外海へ

増殖事業では 放流のタイミング重要

サケの発育状態と環境の適正（水温と食物）



# ホッチャレ(サケの死骸)



## 栄養の循環 安定同位体による解析 $\delta^{15}N$

北海道林業試験場との  
共同研究

物質循環系の一部

2004.5.11 (北海道新聞) (第3種郵便物認可) 北海 5

### 命の環―遊楽部川

冬から春へ

「あれもどきがないでしよ。雌の腹の卵も。鳥や獣も食べられ、数冬経てもホッチャレは分解されていくはず」

昨年十二月、八雲町を流れる遊楽部川上流の支流、セイヨフツ川。身を削ぎ寒気の中、道立林業試験場遊楽部支場の研究職員長坂富子(まがさけ)の死骸「ホッチャレ」にリボスタクを付ながら言っていた。川面を真直においで覆っていた。

「ホッチャレ河原」と名付けたの場所には、板状林試のスタッフは、今年三月まで何度も足を運んだ。昨年、河原にはどろついた無数のサケは食べられ、分解され、流されて、一月、骨身をさらしたまじ姿を消した。

#### N15の旅

「川を上ったサケが栄養分となって、河原の森を肥やす」

一九八〇年代後半から、北米での研究サケのこの役割に気をとめてきた。カナダの研究者にまよる、サケが上るアラスカの川では同様の樹木シダコワの成長率が高い。

## サケが運び森を肥やす

### 海と陸 栄養分が往来

北海でも同じことが15だ。海洋生物の体に「物質循環」を解くのが水や地下水の窒素濃度。調査の結果、ホッチャレは、二月も高い値を保っていた。他の生物を調べた。だが、遊楽部川を下るサケの稚魚(対照的)、サケが上る川に比べて、捕獲したサケは、海に栄養分を運ぶ四、五割の差はなかった。サケの稚魚は中流、五割に成長して川へ戻った。「サケの稚魚の有無は、増水すれば、はるか北の海から母が、検出値を左右している」と、それを裏づける。上流、なな川へ、長い旅を終えるのは間違いないと、成長を加速せよと、手で切り取れず、ホッチャレの大半が、現時点では得られていない。

「栄養分」の大半は、川と、流域の土壌がそれより、炭素を冬、家畜の糞が流れ込む道内の川とは事情が違ってくる。遊楽部川でも河原と山の森は、農地と分断されている。立派な森ではない。

だが、川と森とのかわりを研究する道立大教授、櫻井清治(さくらい)は言う。河川生態系は言う。元素が不足するのはサケの役割の一端、物質循環の実態は、研究すればまもなく分かる。その森を再生する大切さを、私たちは考えなくてはならない」

陸から海へ川は流れる。遊楽部川河口へ、水はあらゆる物を押し流す。倒木や朽木、石や砂、動物の糞や尿の痕も、けれども、あふれに逆らって海から陸へ、物質を押し戻す力が、北太平洋を取り巻く地域には存在している。

刀の指手は、陸なる川をさかのぼり、繁殖し、命を終るサケたち。道南の清流・遊楽部川で、春と海を結ぶ命の循環を辿った。『数珠路』(中川大九、西野正史が担当し回線載ります)

遊楽部川支流のセイヨフツ川で、ホッチャレを調べる道立林試のスタッフは「昨年十月



## 生活の場所を変えていく 事例3

### 身近な水産資源 アユ

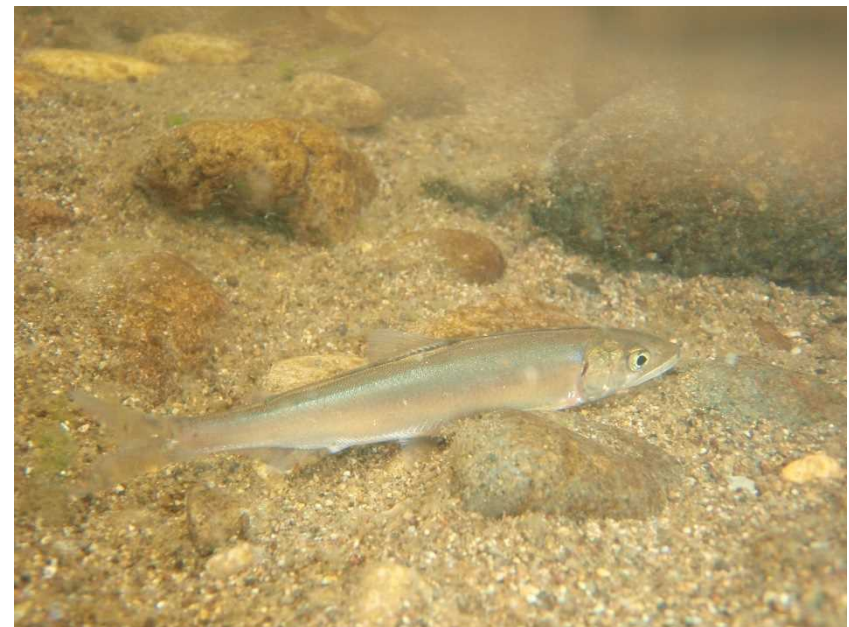
(宮城県内水面水産試験場・広瀬名取川漁協の協力)

— アユの産卵場 —



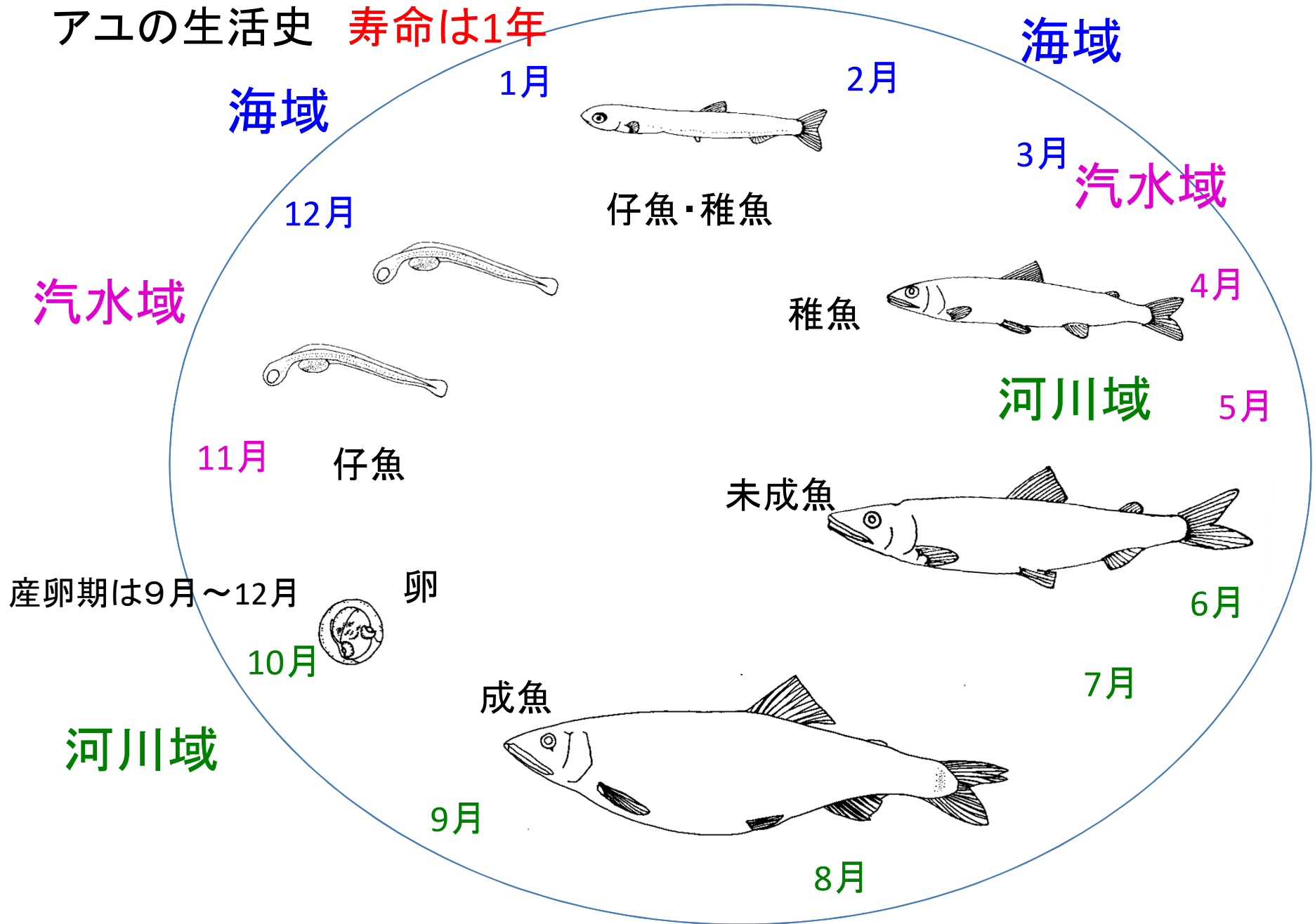
産卵床の小石に産みつけられたアユの発眼卵（直径1mm）。未受精卵の半球には膜が覆っているが、この膜は産卵後水に触れると反転し吸盤状になって受精卵を砂利に繋ぎ留める。

アユ  
川で生まれて海へ  
成長のため川へ遡上, 産卵



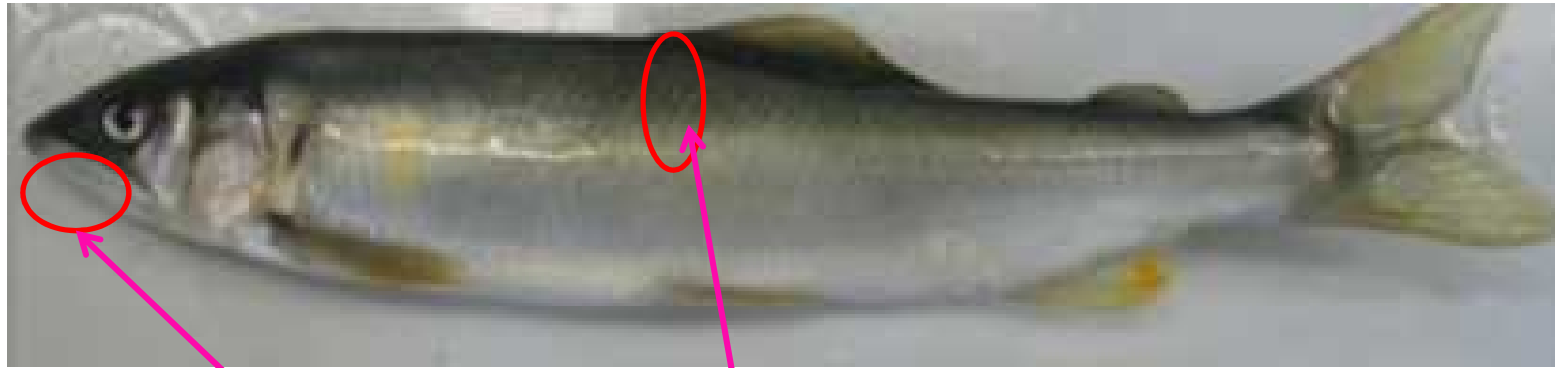
トピック  
(東北大学学報「海の生命」シリーズより)

アユの生活史 寿命は1年



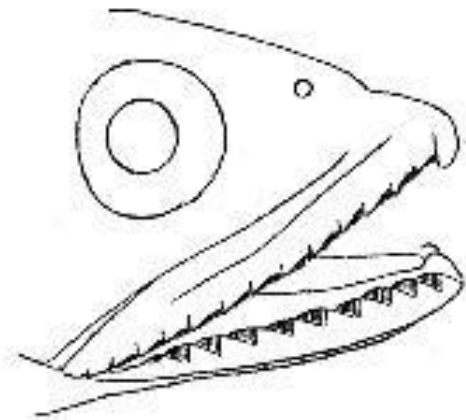


# 天然遡上アユと放流アユの判別

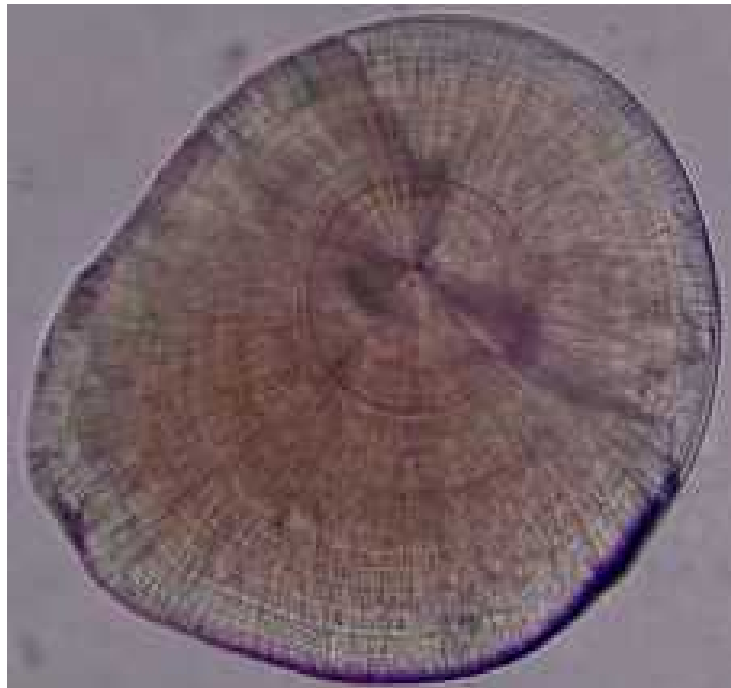


下顎側線孔

側線上方横列鱗数



アユの櫛状歯



アユの耳石  
(炭酸カルシウム)  
頭部の内耳付近にある

日周輪  
1日一本形成

孵化日の推定

汽水域 砂質域



広瀬川と名取川合流点付近(玉石)



生活環境を変えていく、食物を切り替えてゆく

体の発育も進んでゆく 変化の過程



郡山堰下流 大きな石が点在

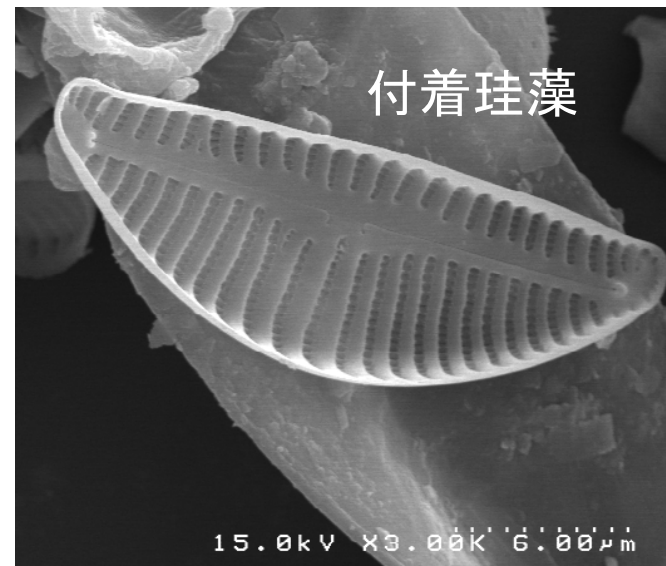
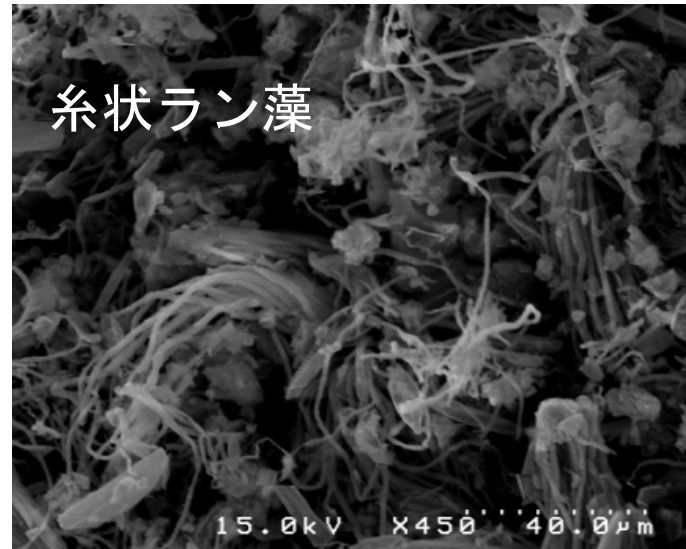


堰を超えることができない (両岸に魚道)

アユは遡上過程で食物を切り替えてゆく



動物プランクトン  
(海中生活期のアユの食物)



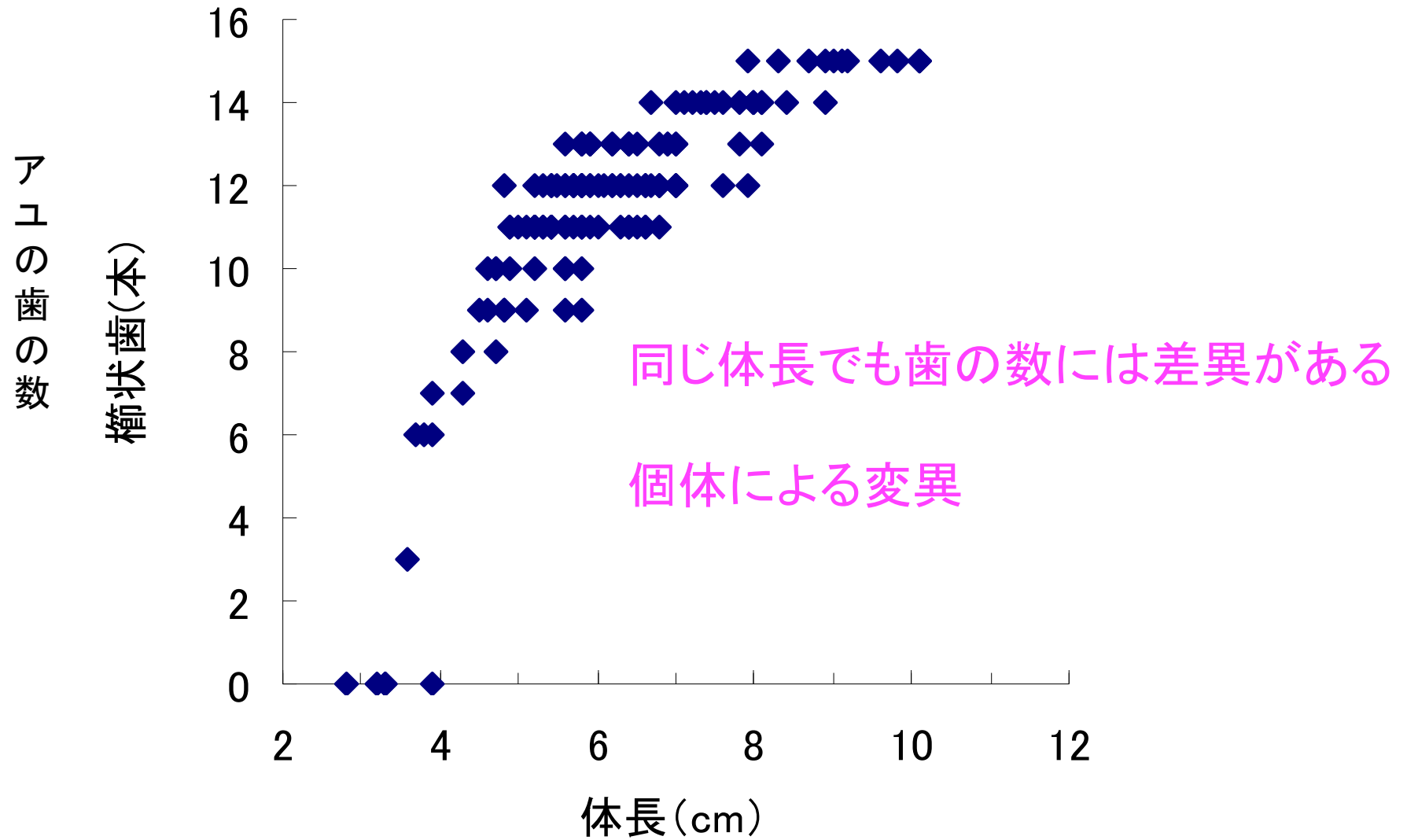
アユの食物の変化  
(肉食系から草食系へ)

体も変化 櫛状の歯ができる

(河川生活期のアユの食物)  
電子顕微鏡写真



## アユの体長と上顎の楕状歯数の関係





流心近くの石

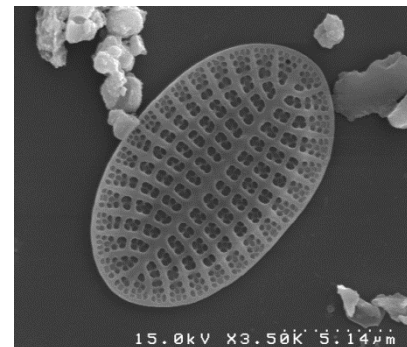


澗・淵の石



アユの食み跡

広瀬川における  
川底の石とアユの食み跡



付着珪藻  
大きさ  
約10ミクロン

同じ場所で同日に採集されたアユでも大きさに違いがみられる(名取川・広瀬川)

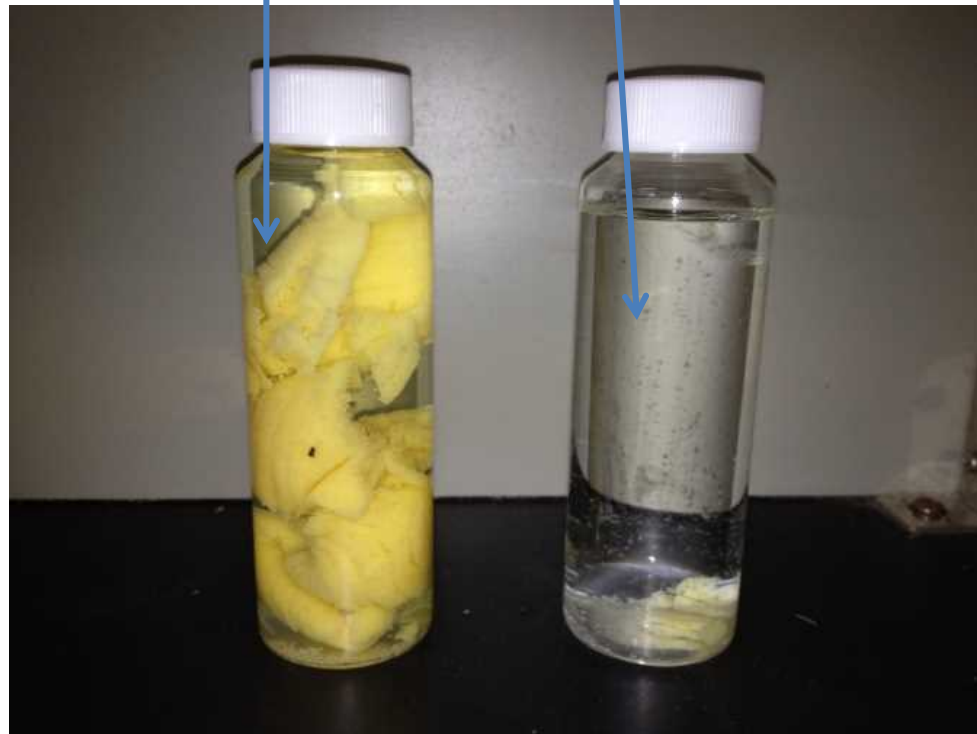
成魚



SL 18cm

SL 10cm

Ovary  
卵巣



約 10,000粒

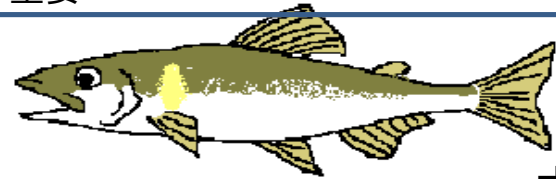
約 600,000粒

# 広瀬川におけるアユの摂食特性の概要

アユの摂食特性  
胃内容物には糸状藍藻と多種多様な珪藻が出現（個体による差異が大きい）  
体のサイズと筋肉の炭素安定同位体比には連続的な変化  
↓  
食物として両者ともに重要  
物理環境条件の違い（多様な環境）が重要

流れのある瀬

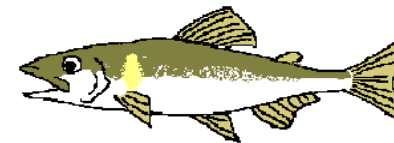
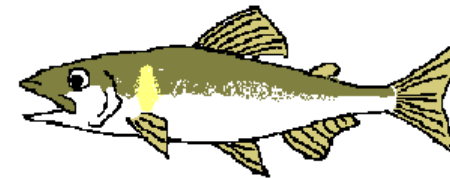
- 最優占種  
藍藻 *Homoeothrix janthina*
- 珪藻 *Achnanthes* spp.



大型のアユ

流れの緩やかな淵

- 優占種  
珪藻 *Melosira* spp.
- 珪藻 *Achnanthes* spp.
- 珪藻 *Pinnularia* spp.



小型のアユ

瀬と淵ともにアユの生活にとって重要な役割

河川環境の保全の上で留意すべきポイント

稚魚の放流の際には河川の特性を考慮（環境の多様性があるところに）



生物のつながり 食物連鎖  
生態系の重要な機能は  
物質の循環とエネルギーの流れ  
河口域は生産力が高い

### 非致死性食物連鎖

イシガレイとイソシジミの関係  
摂食されてもイソシジミの水管は再生



イソシジミは水管が非常に長い

トピック  
東北大学学報  
「海の生命」シリーズ 2000.08.01号

—— イシガレイとイソシジミ水管 ——

イシガレイ稚魚と胃の中に▷  
みられるイソシジミの水管



◁ イソシジミが砂に潜るようす

# 名取川河口に生活する主な二枚貝類



ヤマトシジミ



イソシジミ



アサリ



ハマグリ



ソトオリガイ



マガキ



出水管

糞などを排出

入水管

水を取り入れる器官(餌や酸素も)



アサリは砂に潜り、水管を砂上に約2-3mm伸ばしている  
自らも水流を作り餌を集めている

環境水 川底直上水が重要

懸濁物食者であり、水質浄化機能が注目されている

生物生産と環境保全の両立



—— 海洋植物プランクトン：珪藻類 ——

水圏の基礎生産者

珪藻は世界に10万種？

どんな水域にも出現

淡水域、海域

熱帯域、極域

酸性・アルカリ性湖沼

水圏における珪藻類の  
役割は非常に大きい

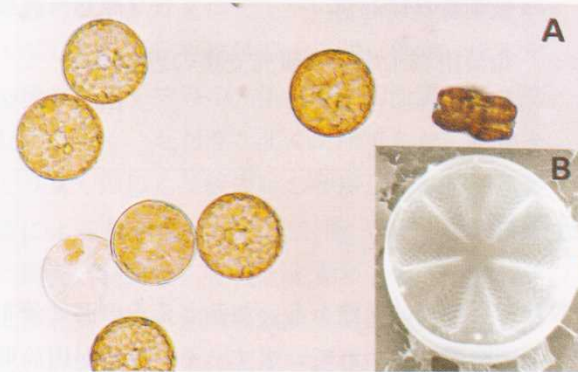


写真1：カザゲルマケイソウ（中心目）  
(*Actinopterychus splendens*)  
A：生細胞 B：電顕写真

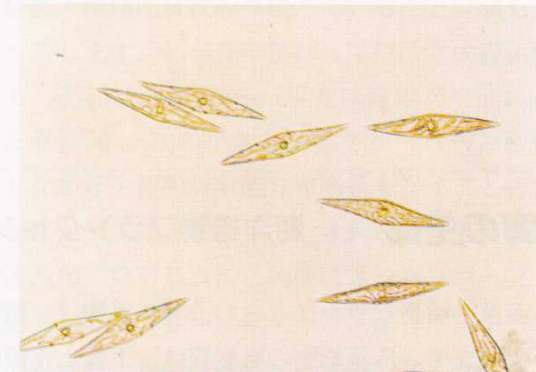


写真2：メガネケイソウ（羽状目）  
(*Pleurosigma* sp.)  
生細胞

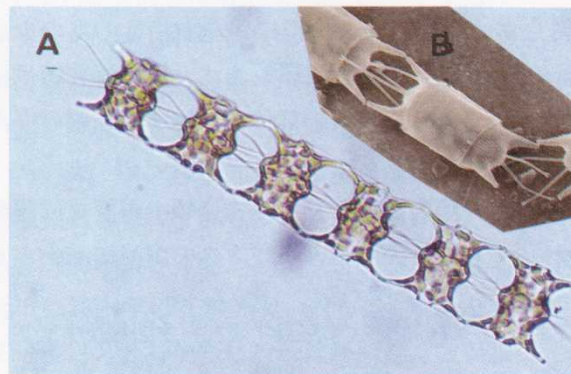


写真3：イトマキケイソウ（中心目）  
(*Odontella longicruris*)  
A：固定細胞 B：電顕写真



写真4：タルケイソウ（中心目）  
(*Melosira nummudoides*)  
固定細胞

東日本大震災（東北地方太平洋沖地震 マグニチュード9）2011.3.11  
震源は三陸沖（日本海溝 付近）深さ24km, 震源域は南北500km, 東西20kmに及ぶ





# 河口域の生物群集(春)

名取市

仙台市

サケ稚魚

ヤマトシジミ

アユ稚魚

アサリ

イシガレイ稚魚

井土浦

広浦

名取川河口

仙台湾

名取川河口域 (写真提供 国土交通省仙台河川国道事務所)





## 震災発生半年後 名取川の状況

名取川では津波は河口から10km上流まで遡上  
地盤沈下やヘドロの堆積など甚大な被害  
川岸にも瓦礫など散乱



貝類の大量減耗  
(多くが川岸に打ち上げられていた)

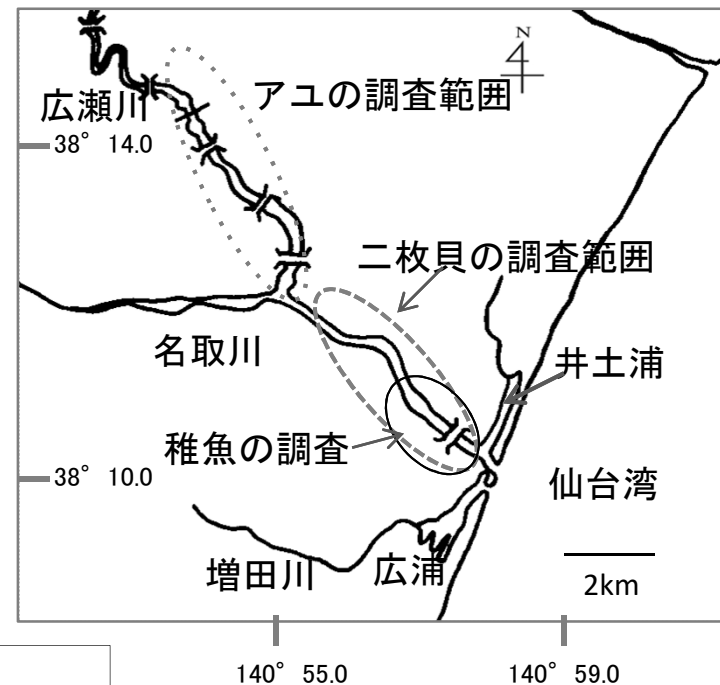


川底の状態

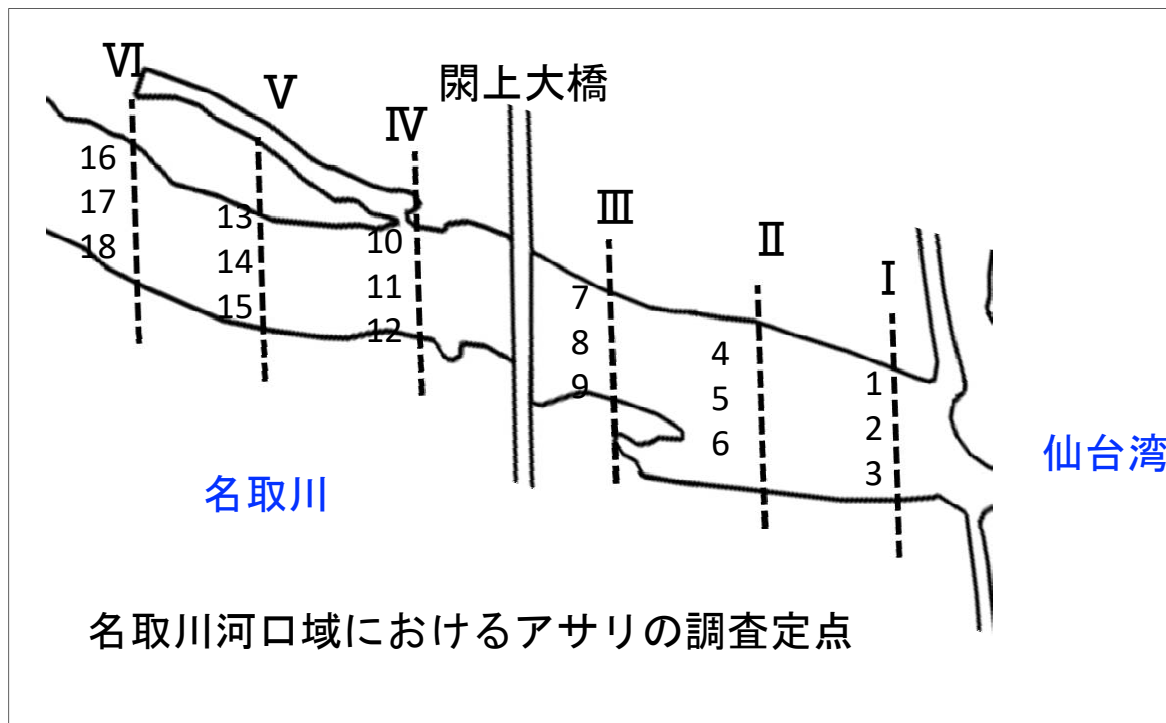
## 2011年 3月11日 地震・津波 発生時

宮城県 河口・汽水域の資源生物は？

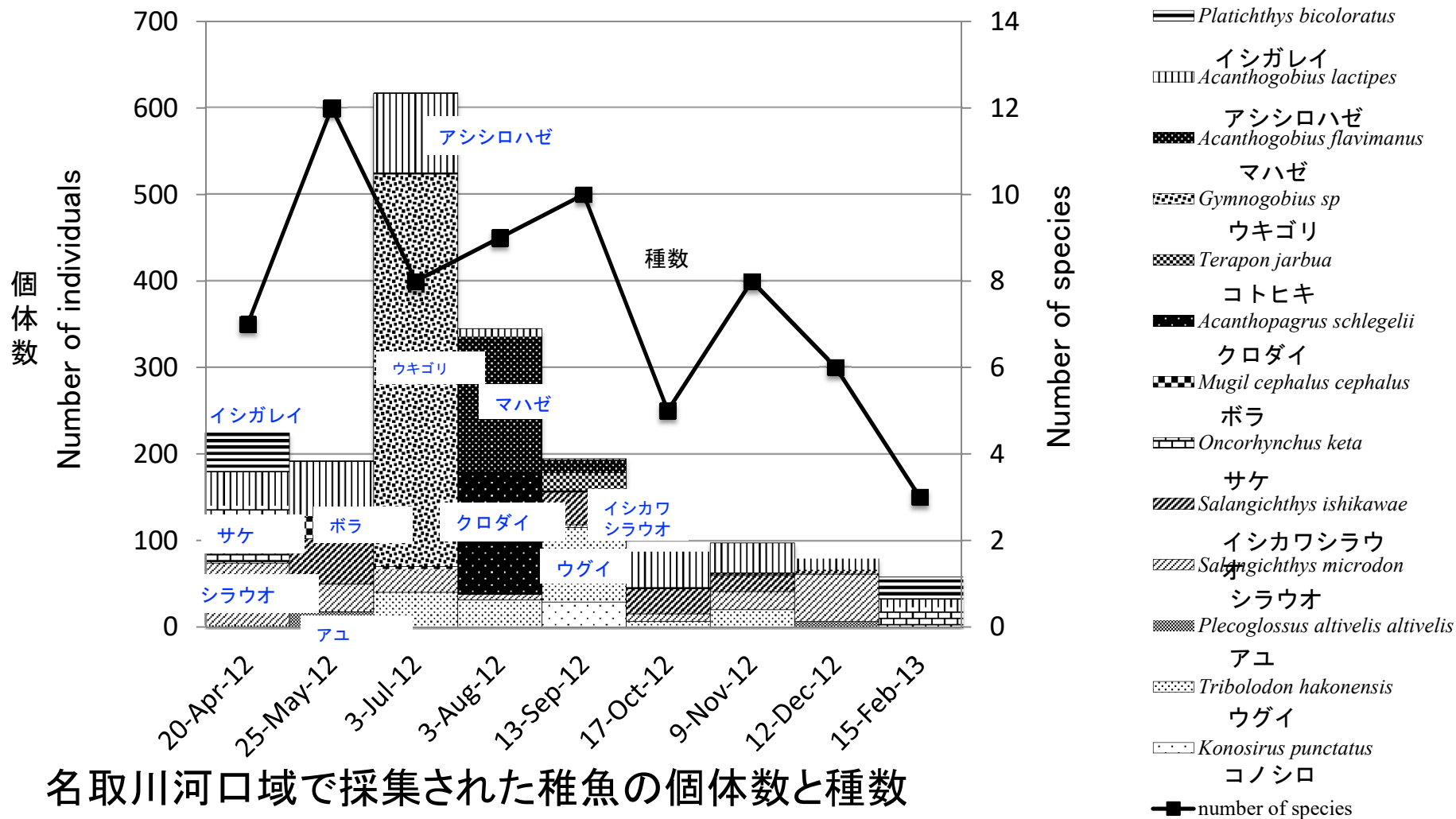
- \* **アユ稚魚**・・・遡上開始直前：砂浜、河口域に生息  
水温10℃以上で遡上開始（4月～）
- \* **サケ稚魚**・・・人工種苗は放流直後で河口域  
天然稚魚は汽水域に生活域を移行
- \* **イシガレイ稚魚**・・・河口域に移入・生活
- \* **アサリ**・・・河口域に生息
- \* **ヤマトシジミ**・・・汽水域に生息



### 名取川における 調査水域の概要



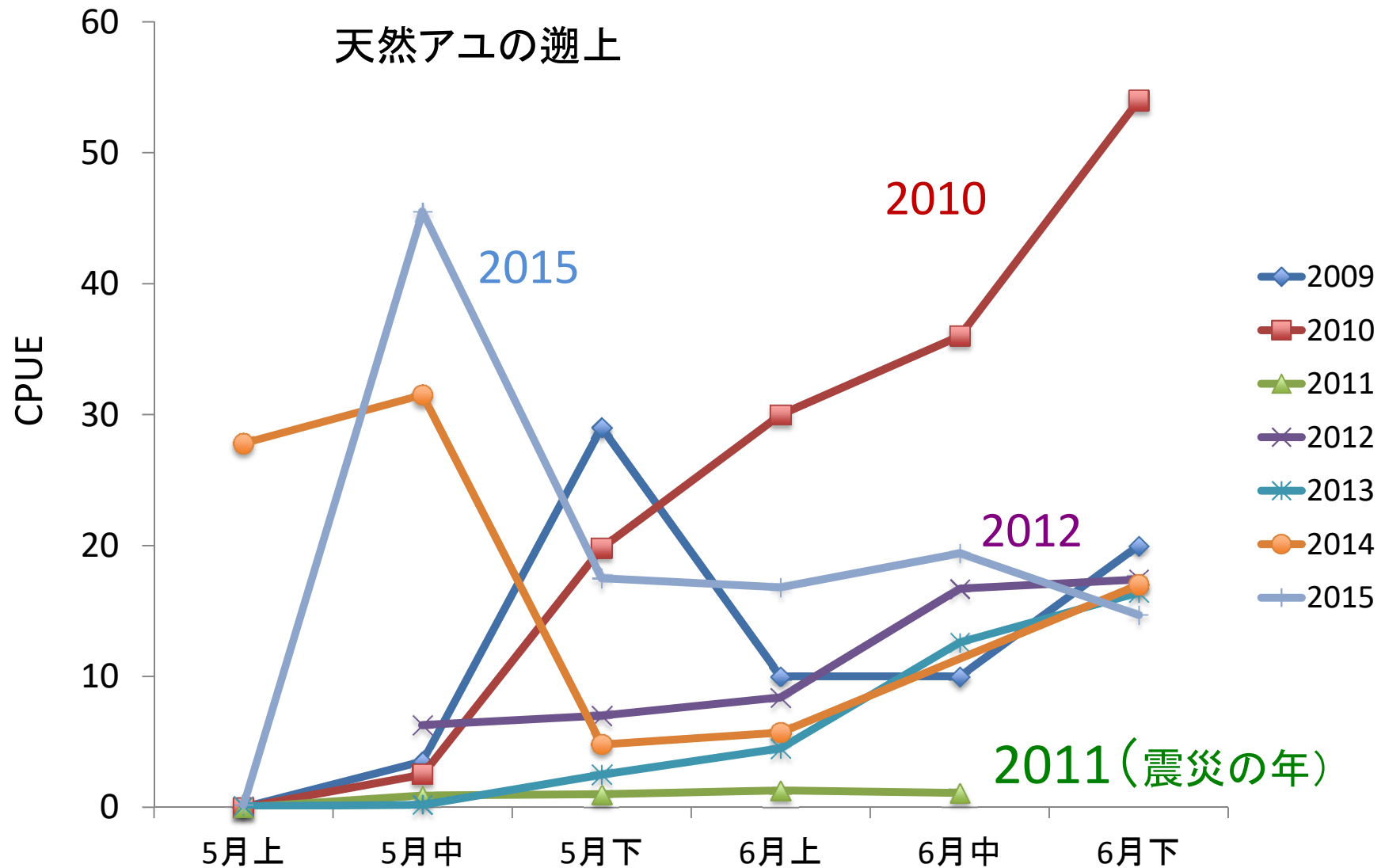




名取川河口域で採集された稚魚の個体数と種数

2012年～2013年 小型地引網による採集

河口域には外洋の魚類稚魚も多数出現 「育成場」と言われている  
 (出現種類など震災前の調査結果との大きな差異はなかった)



名取川水系広瀬川 (郡山堰)における天然アユ遡上群のCPUE の変化  
(宮城県内水面水産試験場共同研究データより)

震災の年は大きな被害が確認されたが、翌年は回復

# 名取川のヤマトシジミ資源



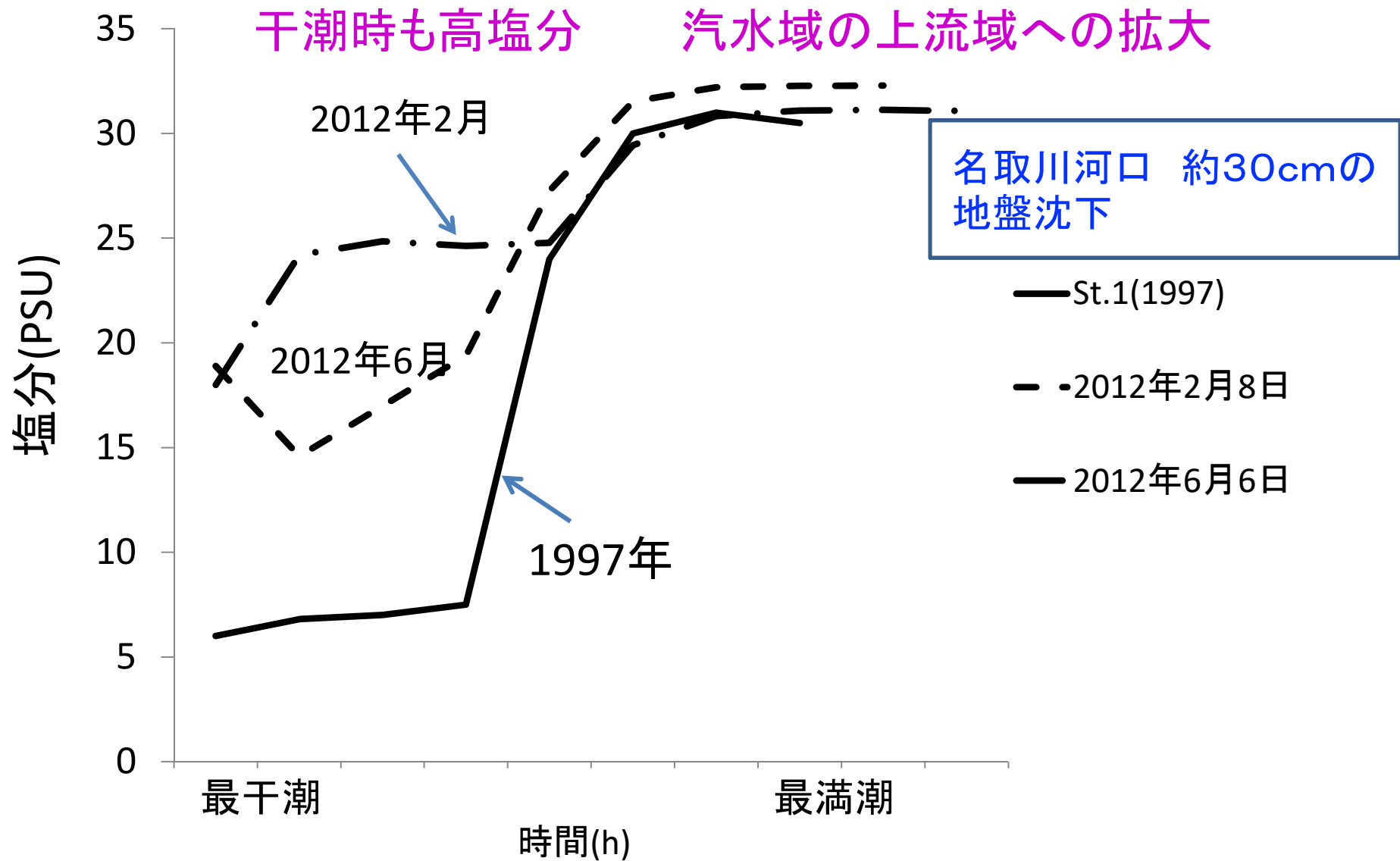
名取川のヤマトシジミ資源に関しては  
震災発生前から調査



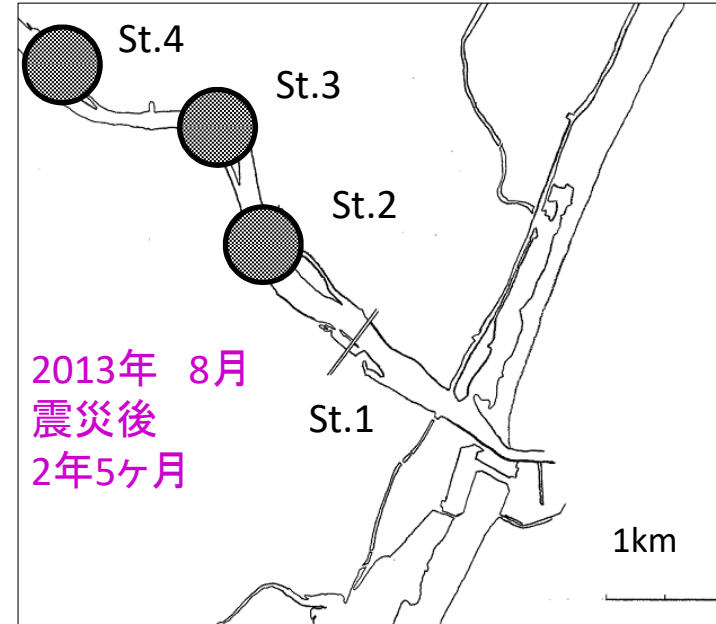
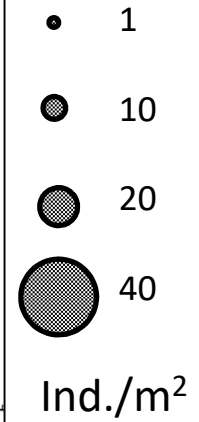
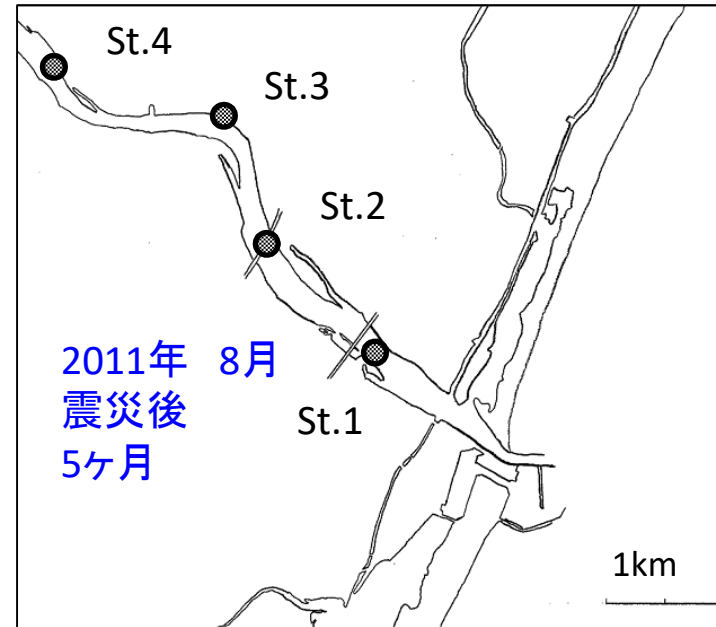
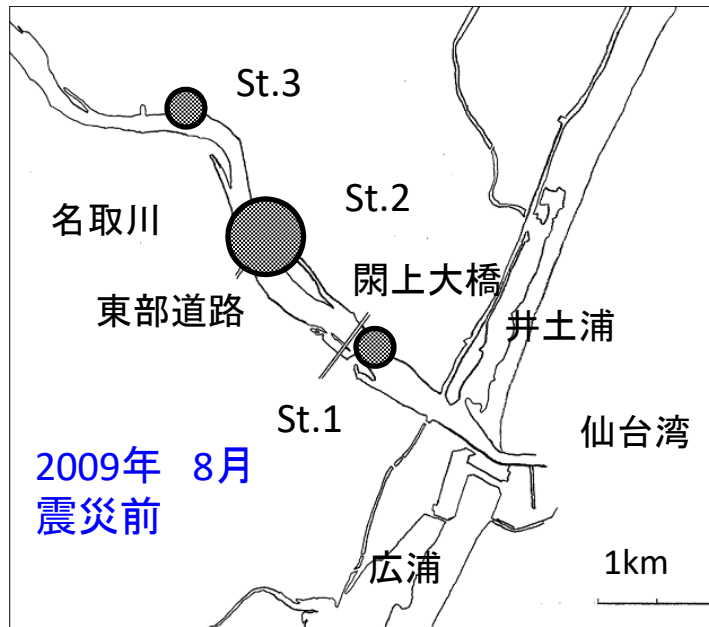
ヤマトシジミの産卵  
1個体の産卵数 数十万

ヤマトシジミは 珪藻類だけでなく陸上植物由来のデトライタス(枯葉などが  
細分化したような有機物)も栄養源にできる





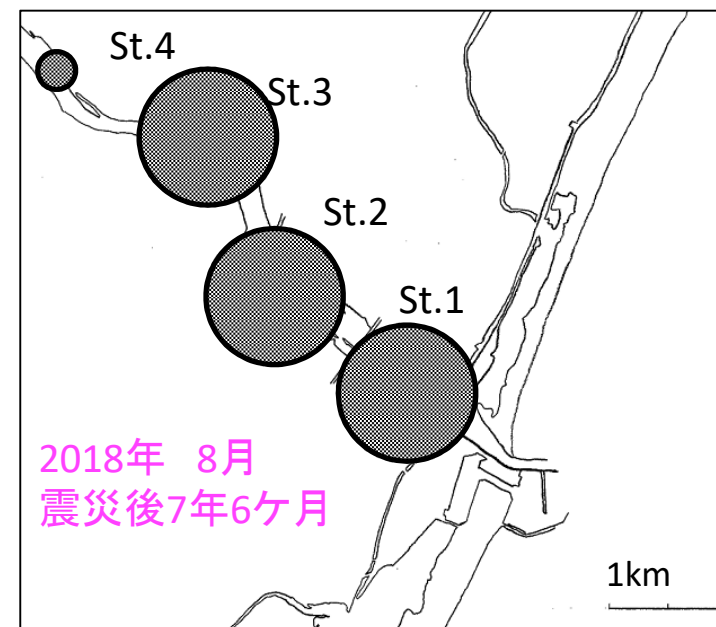
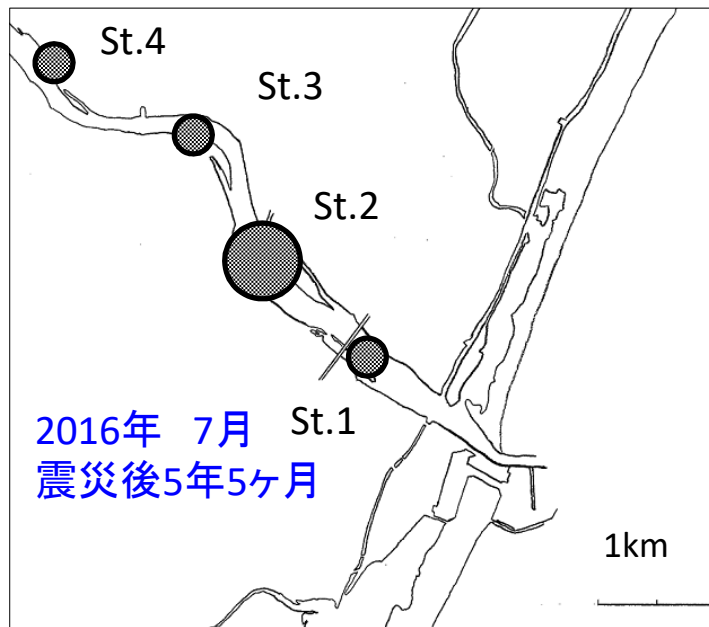
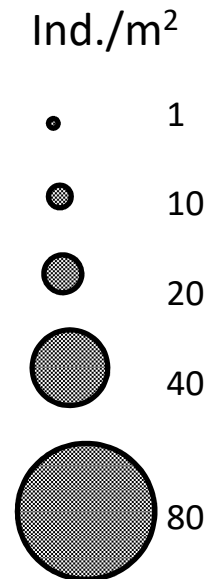
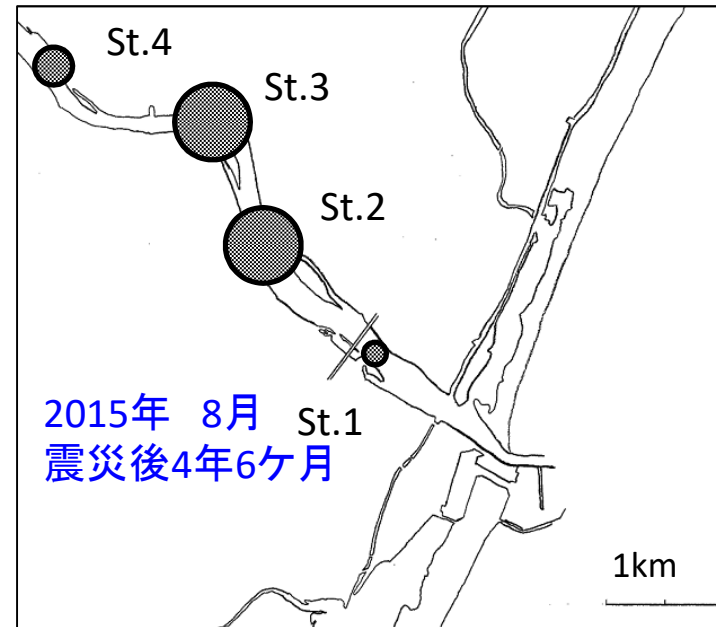
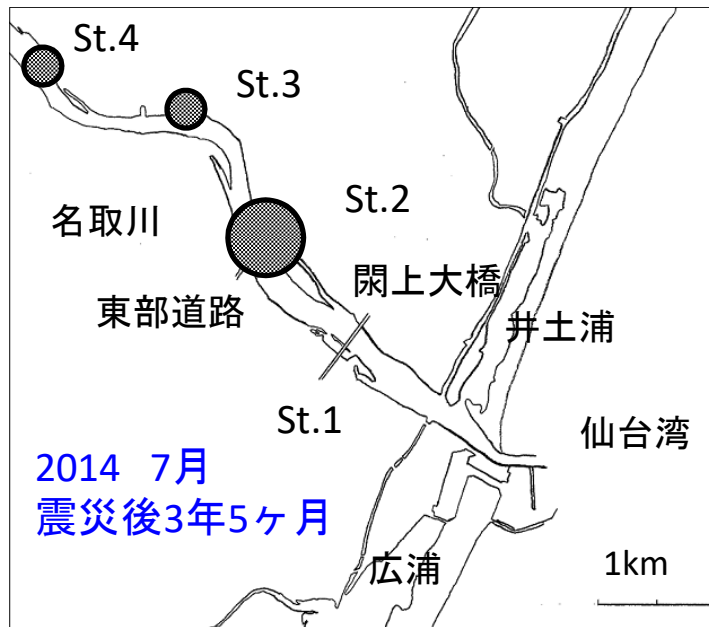
震災後の潮汐に伴う塩分の変化（大潮）



直後は大きな被害

2年後  
上流域へ  
拡大

漁獲対象サイズヤマトシジミの個体数分布密度 (Ito et.al2016一部改変)



ヤマトシジミ  
増加

漁獲対象サイズヤマトシジミの個体数分布密度 (Ito et.al 2016一部加筆)

# 名取川のアサリ資源について

震災前はシジミよりもアサリ漁業が主



名取川河口写真(2008年11月)

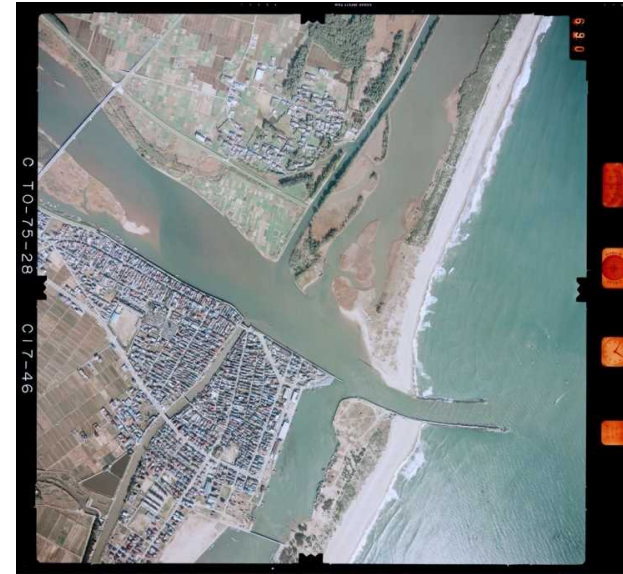
地図引用：国土地理院HP



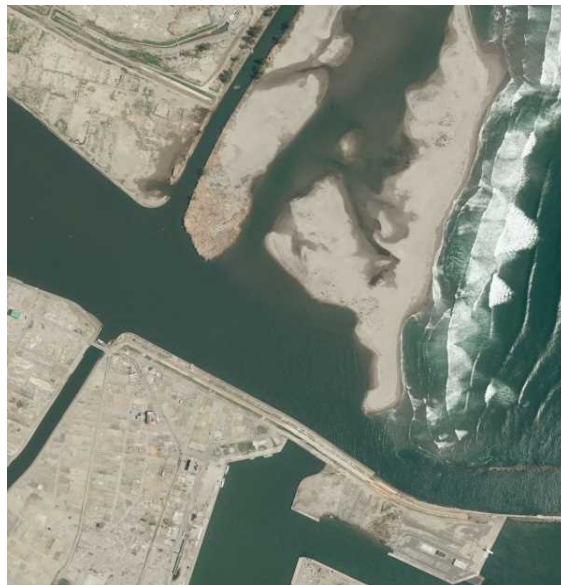
# 河口域の変化



導流堤  
建設前  
1955年



震災前



震災直後  
2011年



2013年  
海砂の  
河道侵入

導流堤  
壊れたため

名取川河口域 (写真提供 国土交通省仙台河川国道事務所)

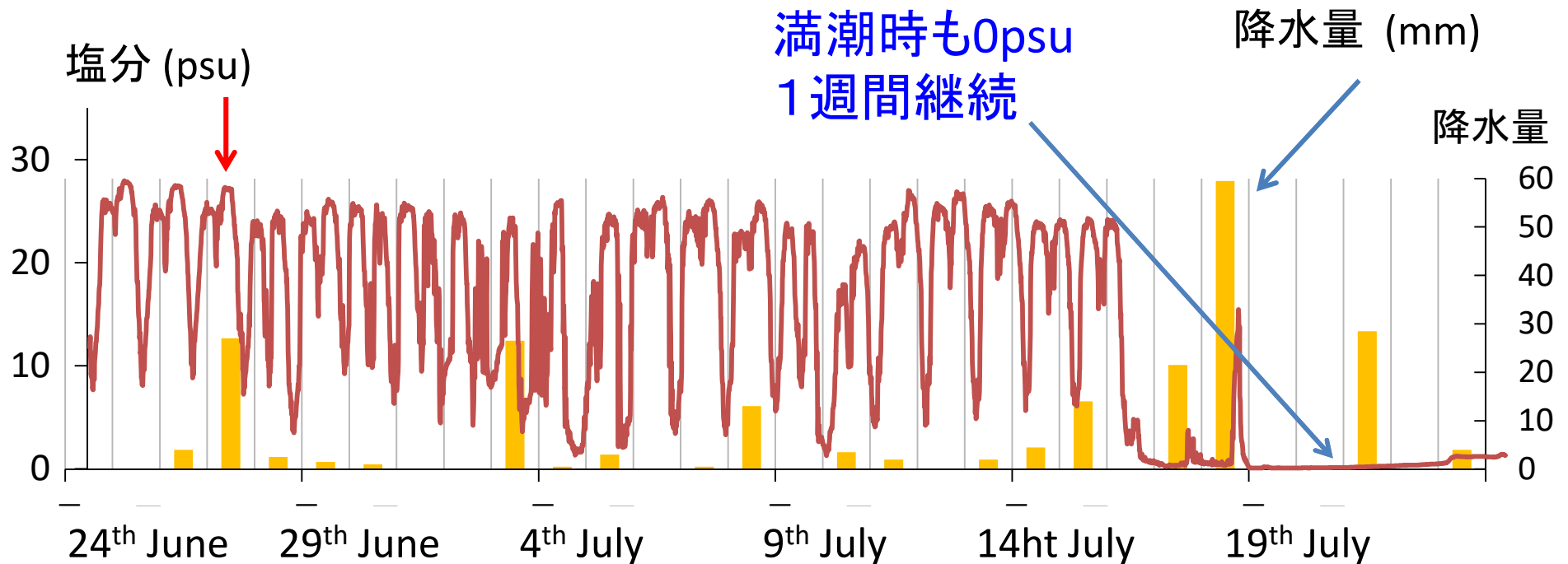
## 塩分に対する適応範囲(成長)

ヤマトシジミ: 0 ~ 23 psu

イソシジミ: 5 psu ~

アサリ: 13 psu ~

大雨・ダムからの放水の  
影響？



潮汐による塩分の変動(2013年6月-7月)

# 河口汽水域は潮汐の影響を受けて、塩分が大きく変動する水域

二枚貝類の塩分耐性（30日間の生残率 100%）

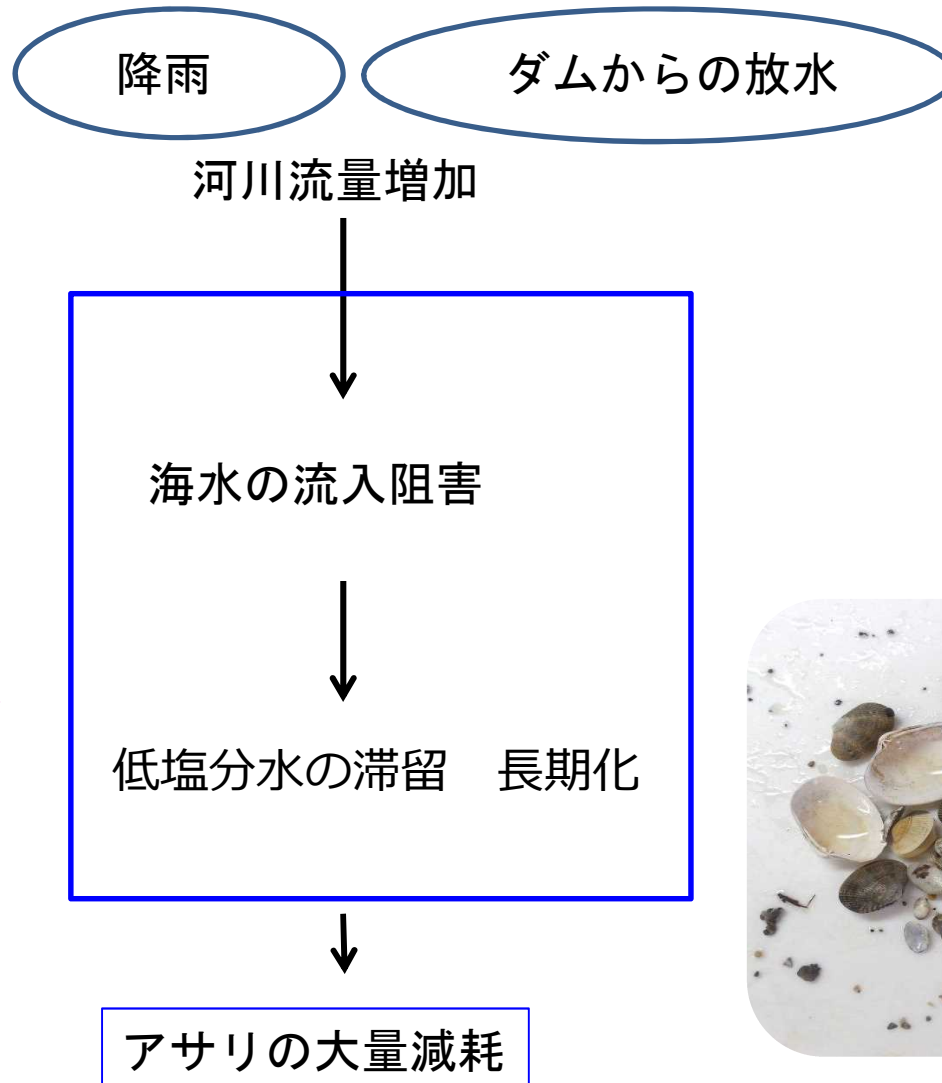
	海水0%(淡水)	海水10%	海水30%	海水50%	海水70%	海水90%	海水100%
マシジミ	←—————→						
ヤマトシジミ	←—————→						
イソシジミ		←—————→					
アサリ				←—————→			
ヒメバカガイ					←—————→		

二枚貝の種類により塩分に対する耐性が異なる  
 ヤマトシジミは淡水から70%海水まで生育可能  
 アサリは50%海水の塩分まで低下しても生育可能

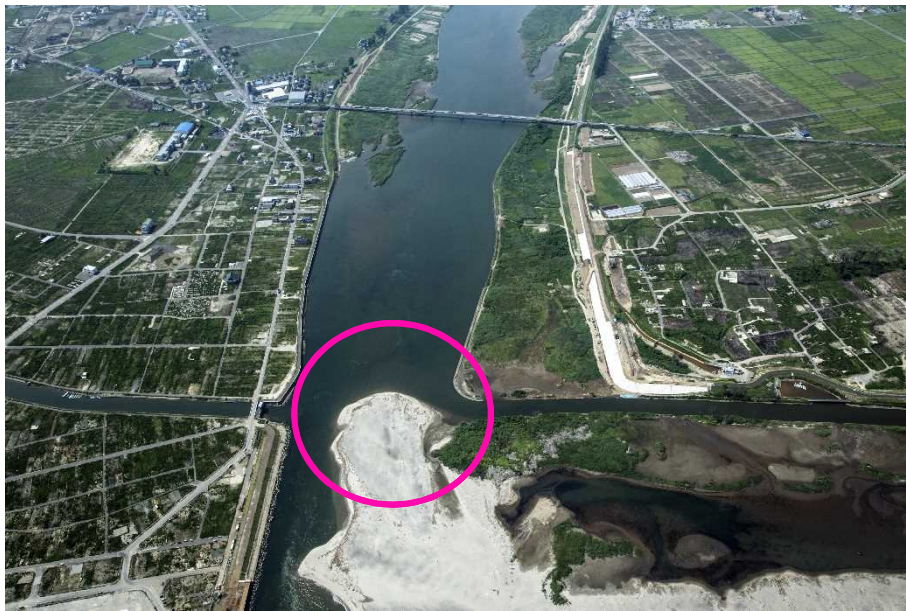


# アサリの大量減耗要因の推定

## 地形の変化（砂州の拡大）



# 砂州掘削工事（2015年6月～8月）



砂州の掘削工事による河口域の地形の変化





河口地形の変化の指標  
砂州面積と河口最狭部  
(Nguyen ほか 2019)  
田中仁先生の研究室より

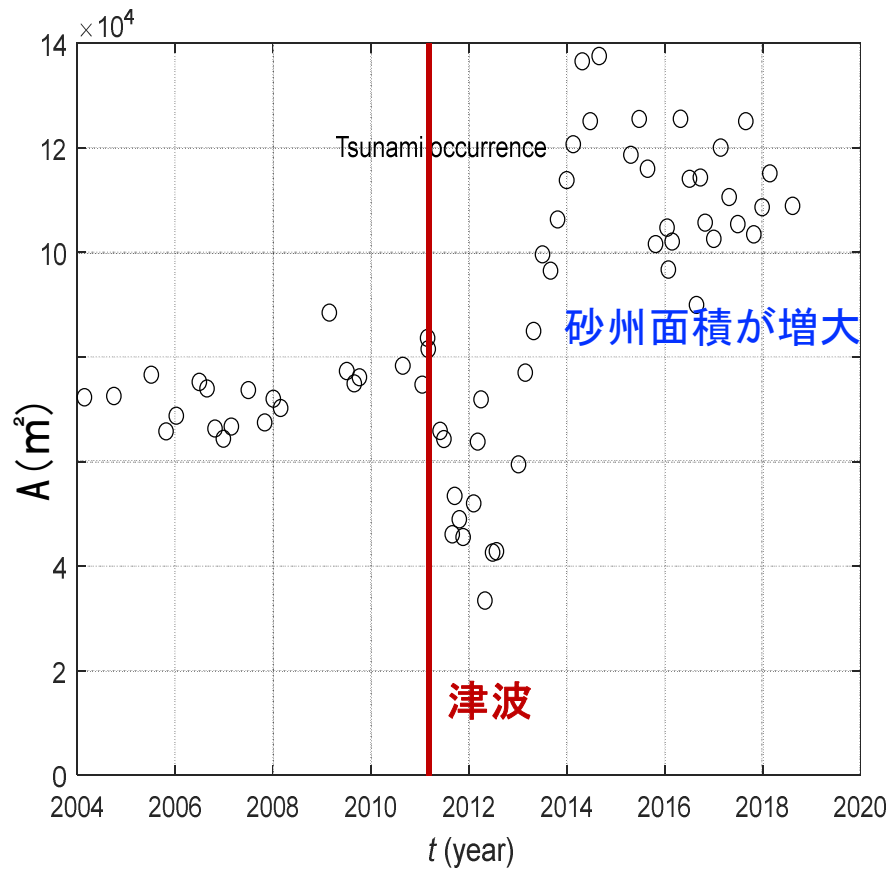
名取川河口部

写真提供  
国土交通省  
仙台河川国道工事事務所



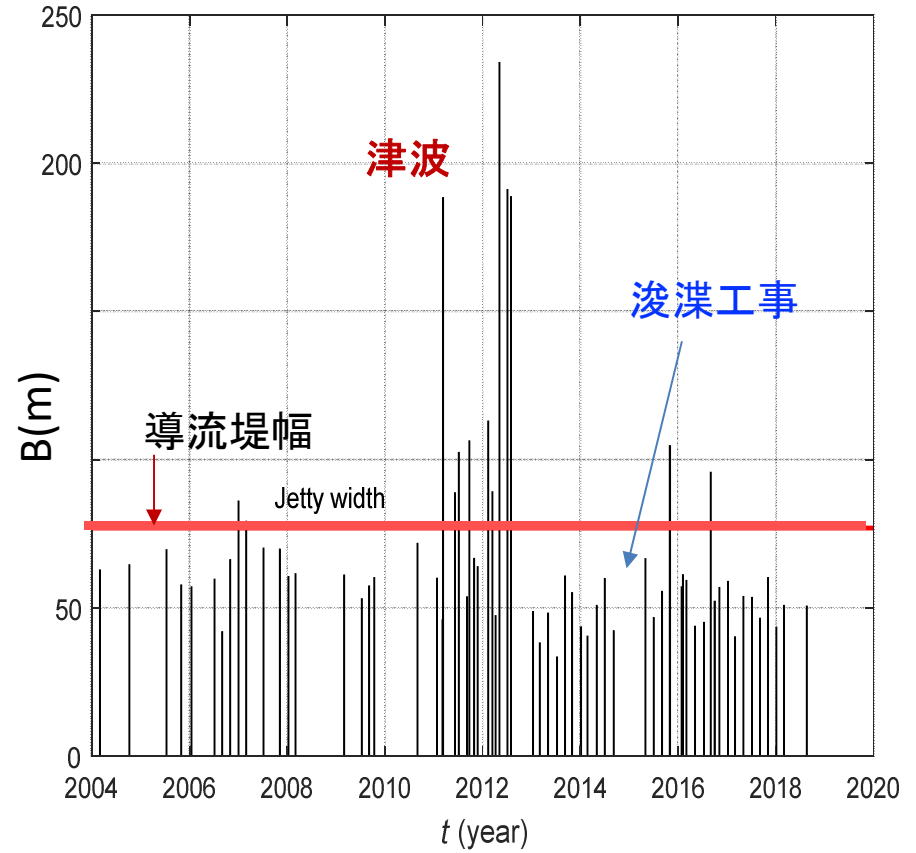
導流堤幅





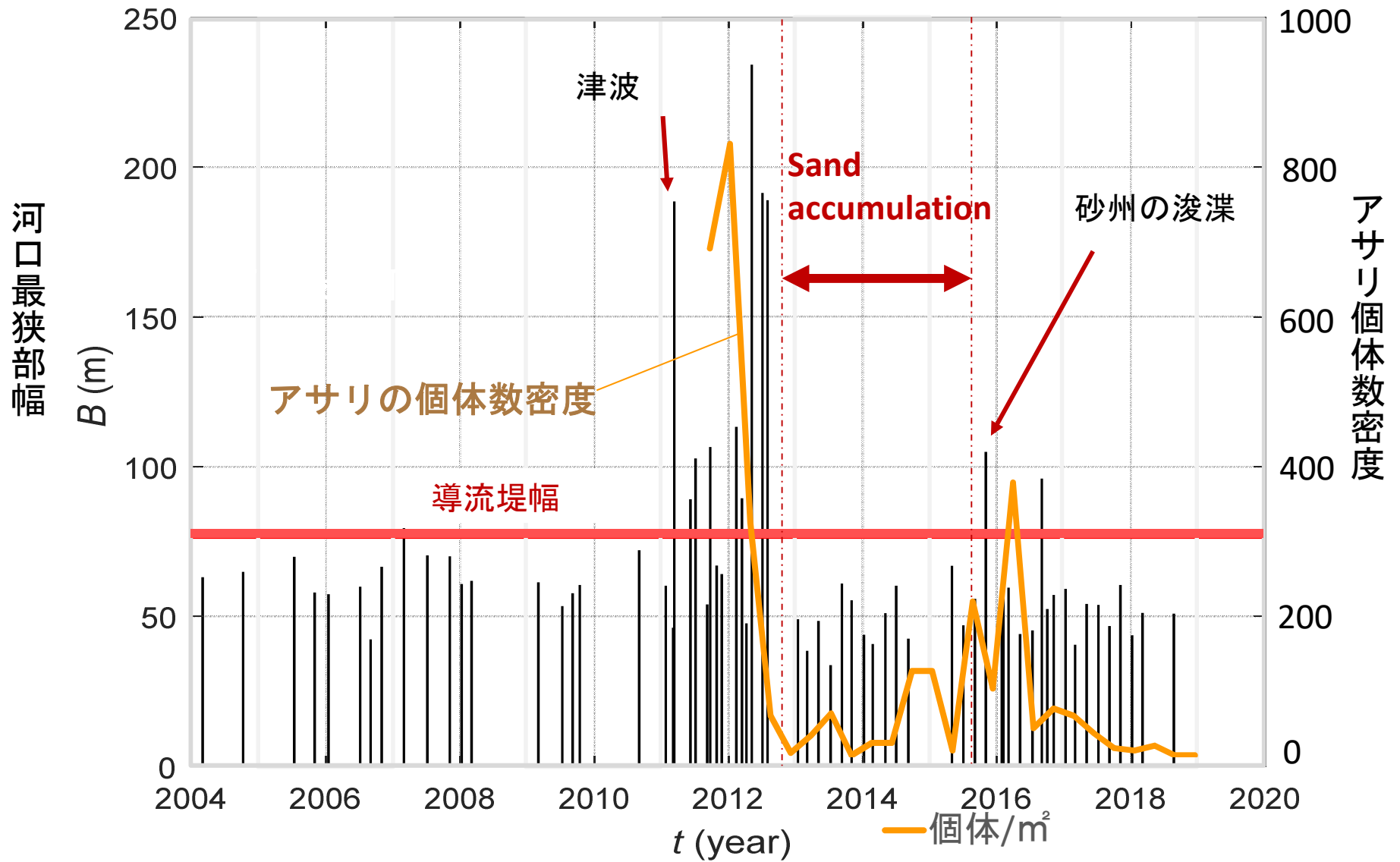
砂州面積 (A) の変化

((Nguyen ほか 2019



河口最狭部幅 (B) の変化

田中仁先生の研究室より)



河口最狭部幅の変化とアサリの個体数密度(個体/m<sup>2</sup>)の変化)

## 震災の影響と回復過程      まとめ

\* 天然アユ・・・震災直後は早期遡上群(大型のアユ)の減耗

2012年以降は遡上数が回復(小型群が生き残り、再生産)

\* 魚類稚魚群集・・・震災前と同様の魚種組成(2012年)

魚類全体への影響は小さい

\* ヤマトシジミ・・・分布密度が低下、1年以上低い状態

2012年11月・・・稚貝の分布を確認

2013年8月・・・上流側にシフト, 分布密度回復

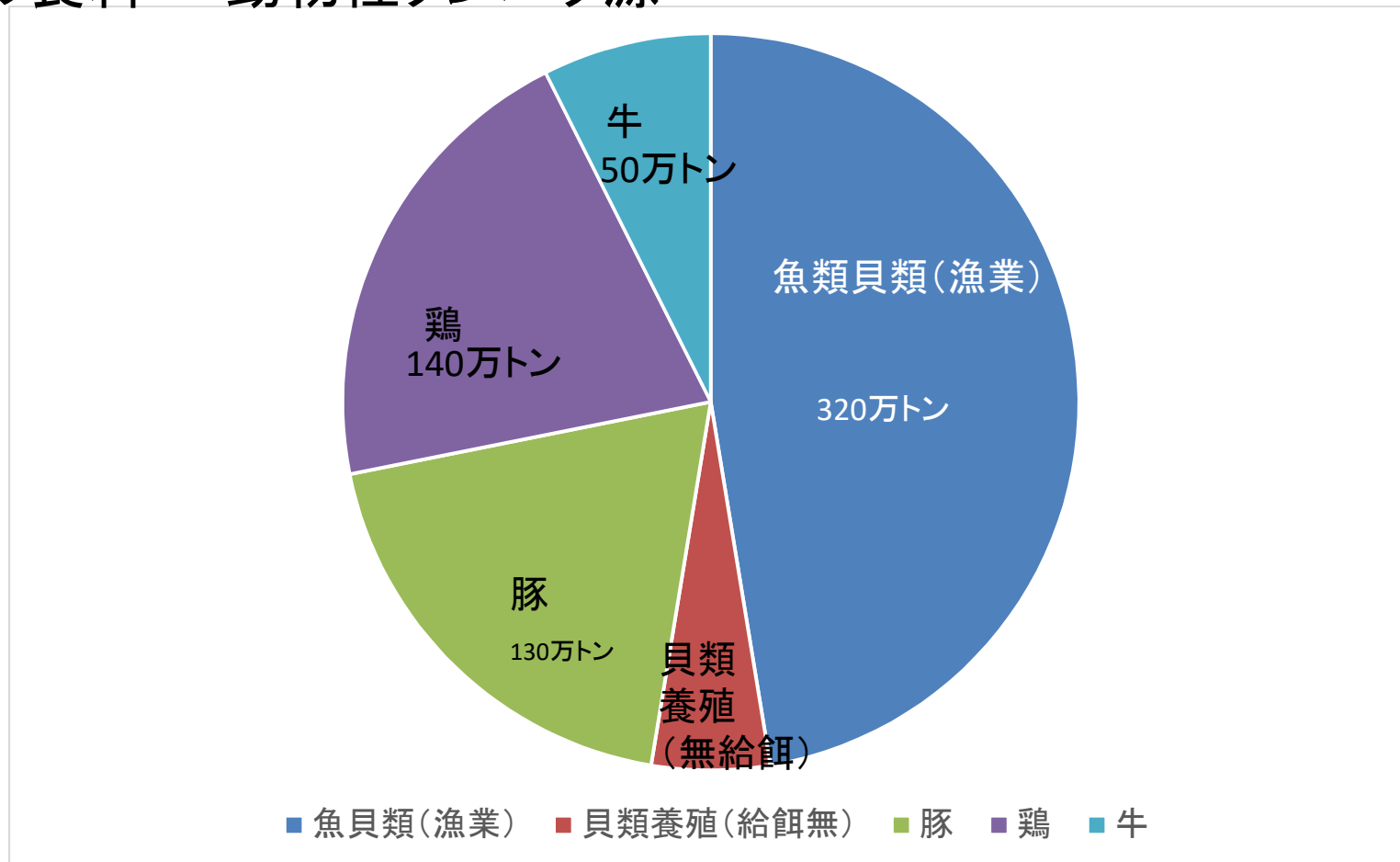
潮干狩り・・・市民のレジャー・小中学生の環境学習の場

\* アサリ・・・漁業再開できていない。改善みられているが不安定

漁協による2022年の自主調査では河口にアサリ・ハマグリが多数生息



## 日本の食料 動物性タンパク源



日本の食料の生産 動物性タンパク源の比較 (2018年)  
自然の生物生産力が半分以上

自然の生産力を支えている 生態系の機能(特に水域では) <sup>46</sup>

# 生態系の機能

注：生態系ピラミッドは断面ではない

最も重要な機能は「生物を介した物質とエネルギーの転送」

エネルギーは循環しないが物質は循環 持続可能なしくみ！

## 生態系の構成

- (1) **基礎生産者**：太陽の光エネルギーを化学エネルギーに変換・細胞内に結合エネルギーとして蓄積、炭酸同化により有機物を合成（光合成）。  
無機栄養塩類を利用して有機物を合成
- (2) **消費者**：食物連鎖により物質とエネルギーの伝播
- (3) 生物は呼吸によりエネルギーを取り出し生命活動。
- (4) **分解者**：有機物を分解、無機化（物質は循環する）  
（エネルギーは最終的には系外へ）



食料資源が生産され、水・酸素が得られ、環境が維持されている

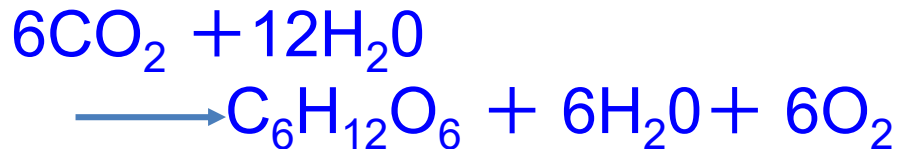
生命活動が維持されている

生命活動を支える太陽放射  
地球上の**生物のエネルギーの源**  
コストはゼロ 地球では**再生サイクル成立**

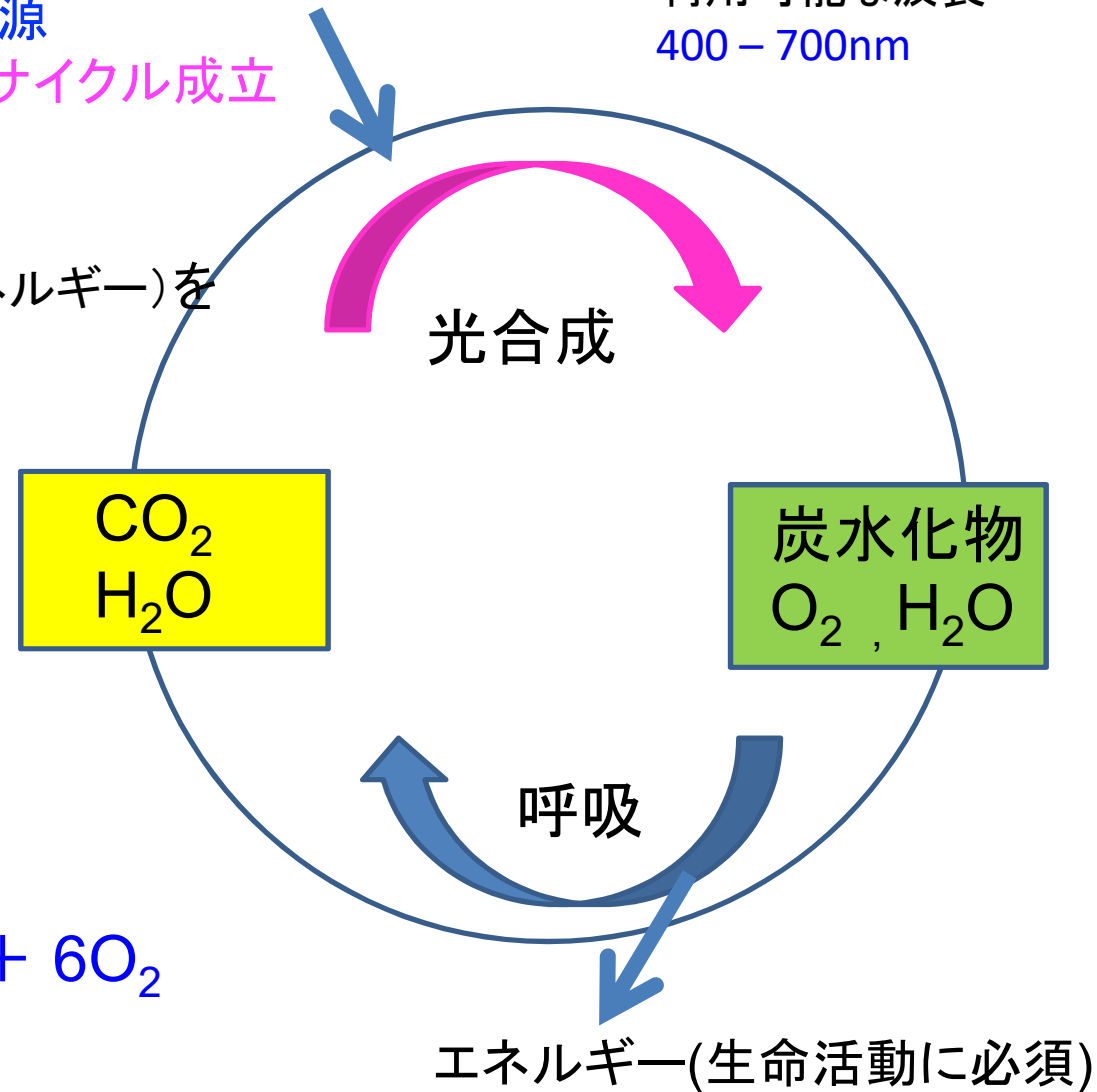
太陽放射  
利用可能な波長  
400 - 700nm

## 光合成

- \* 植物が光エネルギー(物理エネルギー)を化学エネルギーへ変換
- \* CO<sub>2</sub>から炭水化物を合成
- \* 酸素の産出  
(植物がつからなければ枯渇)



見かけ上 この逆反応が呼吸





## 参考 地球温暖化問題に関して

産業革命以降、地球の表面温度が上昇傾向（原因は温室効果ガスの増加であろう）

惑星の環境はどのようにきまるのか？

- ①太陽照射の大きさ（太陽からの距離）
- ②惑星アルベド（宇宙空間への放射）約30%は地表に届かない
- ③大気の温室効果

地球の有効温度（①と②がつり合う温度）は  $-18^{\circ}\text{C}$ （理論的にはマイナス $18^{\circ}\text{C}$ ）  
現在は  $15^{\circ}\text{C}$  温室効果ガスの効果によるもの

太陽による光放射のうち、約50%が地表に届き、地表（陸面、海面）で吸収され、温められる。地表からはその温度にふさわしい赤外線が放射される。

赤外線の一部は大気中の二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )や水蒸気( $\text{H}_2\text{O}$ )などに吸収される。吸収した気体分子はエネルギーの高い状態(不安定な状態)なり、安定な状態へと移行しようとして、エネルギーを放出(熱放射)する。このとき四方八方に放射される内の約半分が地表に向かい放射されるために、地面が加熱される。これを温室効果という。

温室効果気体のなかでは水蒸気( $\text{H}_2\text{O}$ )が最も影響が大きいと考えられている。

注意: 上空に温室のガラスのようなものがあるわけではない

二酸化炭素  $\text{CO}_2$  (0.04%しか含まれていない気体)

1) 地球環境の要 温室効果ガスの一種 もしなければ氷点下の地球

2) 光合成の必須栄養素  
地球環境の持続可能なサイクルの要



光合成

太陽の光エネルギーを化学エネルギーに変換

$\text{CO}_2$ から有機物を合成、 $\text{H}_2\text{O}$ から $\text{O}_2$ を産出する

動物は太陽のエネルギーを直接利用できない

試算例 成人一人が必要とする酸素の量 1日約500リットル

酸素を購入すると 1リットル2.4円 、1日 1200円 年間438,000円

「脱炭素社会」という用語が一人歩きしていないか

$\text{CO}_2$  は悪者ではない

研究を通して 強く感じたこと

生きている  $\longleftrightarrow$  自然のしくみに依存している

\* 食料 すべて生物である

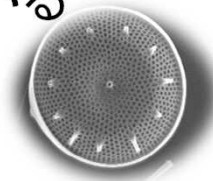
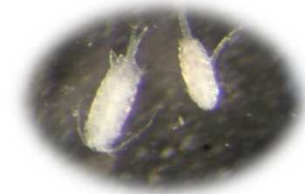
\* 酸素 植物(藻類)が作り続けている

生物生産

変化の過程である 場所を移していく、食物も変えてゆく  
個体による変異が非常に大きい (均一ではない)

生態系(自然のしくみ)の重要性

生物の結びつきにより生命活動が維持されている  
肉眼ではみえないようなミクロな生物に支えられている  
多様な生物の連鎖によって支えられている





持続可能な社会をどのように 安心・安全な社会のためには？

自然のしくみの理解 自然のめぐみ と 自然の脅威の二面性

自然災害・環境・食料・エネルギー・資源

……すべて 「ヒトと自然との関わりあい方」の問題

\* 人間社会(人間の要求・都合)・・・経済性・利便性・効率性

\* 自然のしくみ・・・地球のシステム(機能の連続)・非効率・持続可能サイクル

大切にしたいことは共通 情報の共有

治水・利水・環境をどのように？

異分野との連携・協働 教育分野への知見の提供 実践例を積み上げてゆく

分かりやすく伝え、議論の場を

