



Sustainable
Development
Goals

日本学術会議 公開シンポジウム
オンライン

2022年月9月23日

公開シンポジウム
「沿岸環境の変化と人間活動—10年後を見据えた課題と対応—」

持続可能な沿岸海域

張 勁

富山大学 学術研究部理学系
(専門：化学海洋学・環境地球化学)



話の流れ～

1. 陸から海への物質輸送



2. 東シナ海・日本海の今と健全な海洋環境の保全



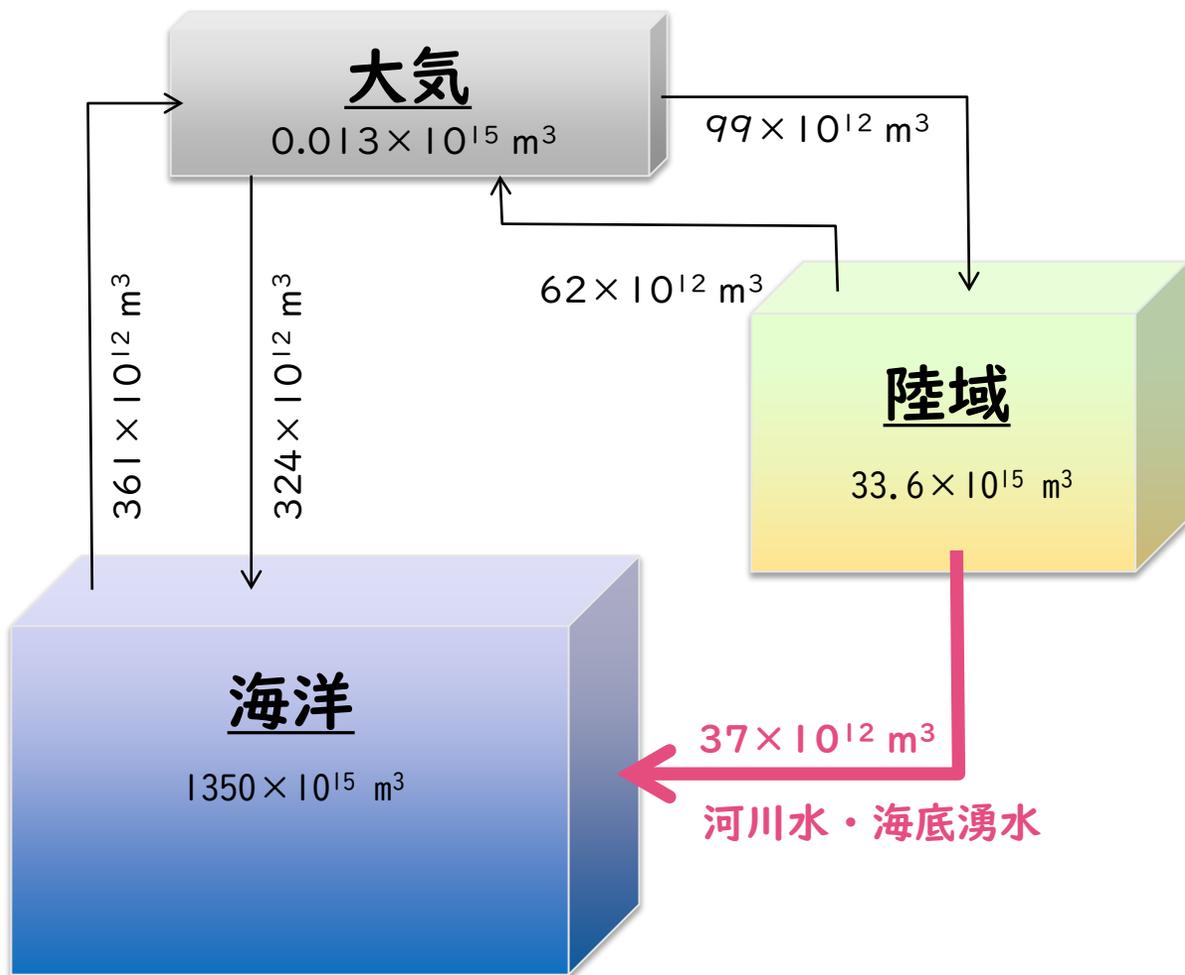
3. 富山の水・物質循環

～健全な森・川・里・海を保全するための研究と政策提言

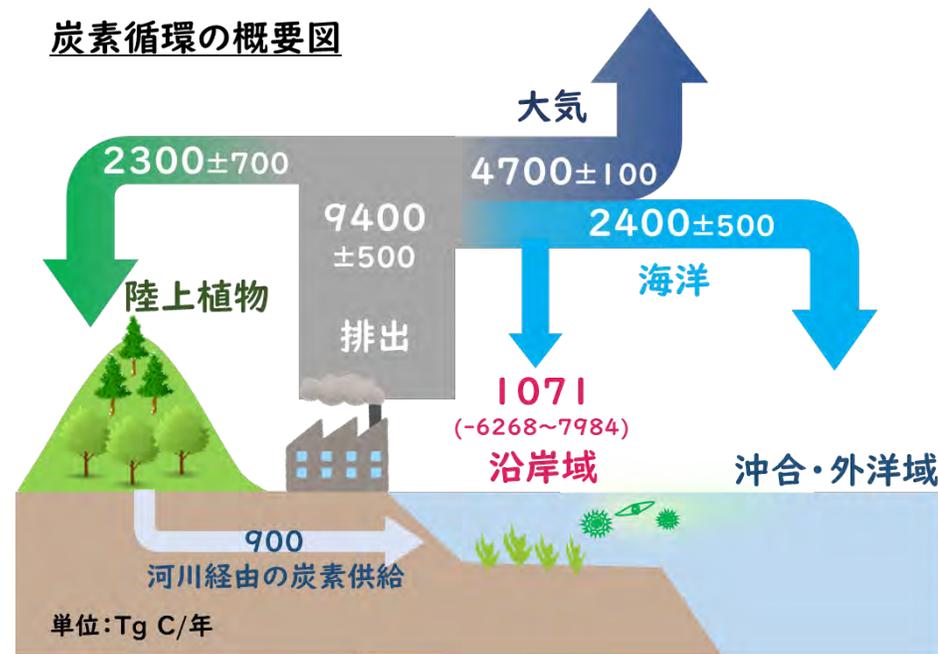


陸から海へ～ 水、物質輸送のコンベアベルト

グローバル水循環



炭素循環の概要図



沿岸域 面積：0.8% 実質CO₂吸収量：海洋40%

陸由来栄養塩の供給によって促進される沿岸域の基礎生産によるCO₂吸収

- **カーボンニュートラル (CN) の実現**
- **気候変動への対応を含むSDGs達成**



温暖化と縁辺海の海洋環境変化



海環境 (水温・塩分)

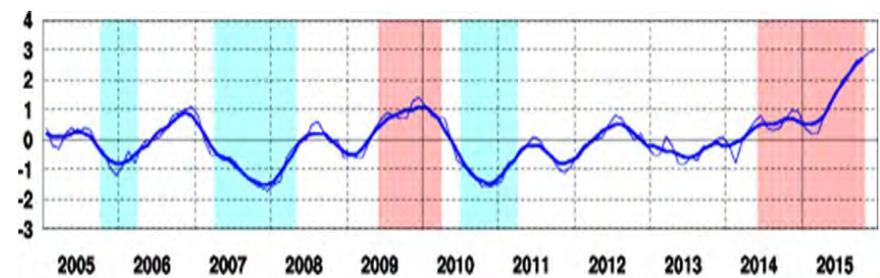
餌環境



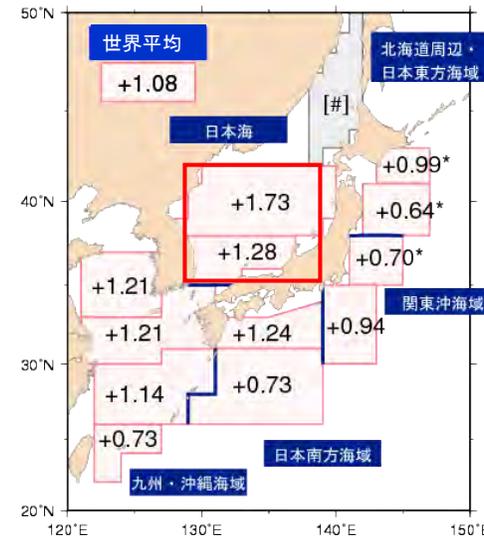
暖流蛇行が影響



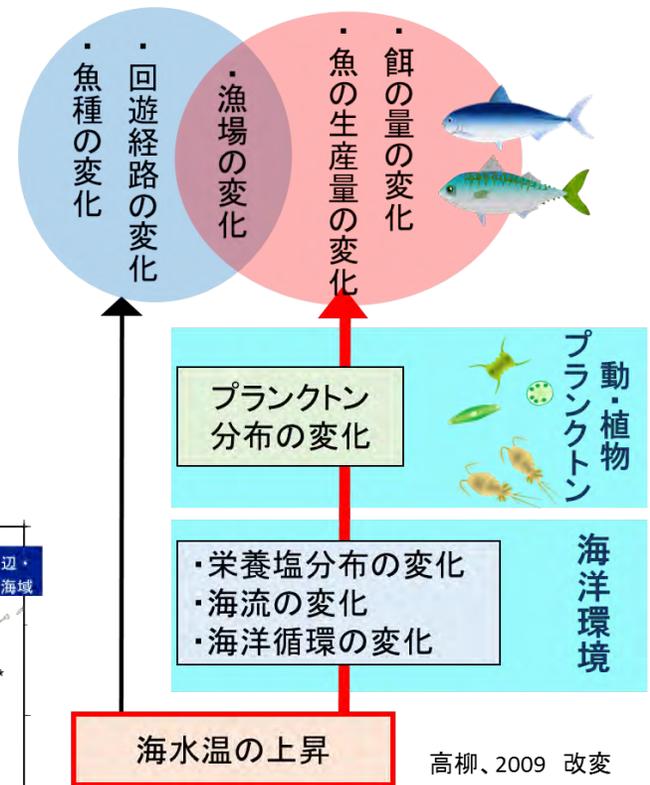
ブリ
~ 1割



気象庁



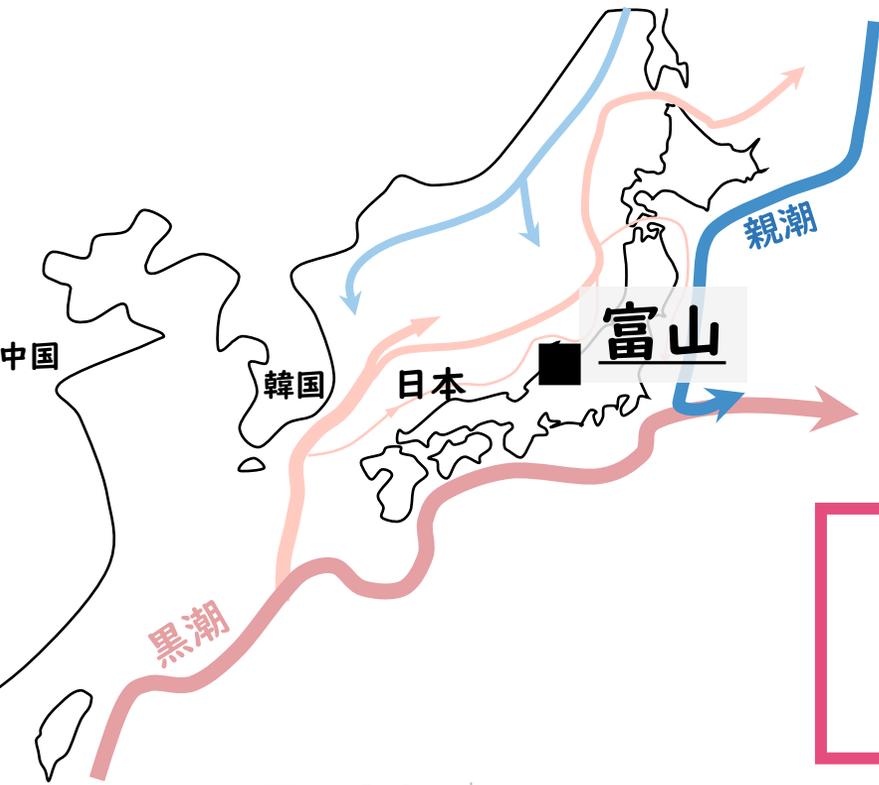
気象庁HP：
日本近海の平均海面水温の
長期傾向 (°C/100年)



食物網に沿って魚類へ影響

高柳, 2009 改変

亜寒帯～亜熱帯環境網羅する4000mモデル ～富山の水・物質循環像～



北緯36° 41' (県庁所在地)
 +3000m 66° 41'
 山頂：北極圏(66° 33')
 対馬暖流：亜熱帯

富山の水循環 地球環境の縮図



この緯度枠内の人口
 北半球：半分
 全球：3-4割



大気輸送

日本トップクラス
 年間降水量
 (~2,000 mm)
 気象庁

降雪

降雨

海都市里森山

陸水

対馬暖流

沿岸域

富山湾

25-50 km



立山連峰

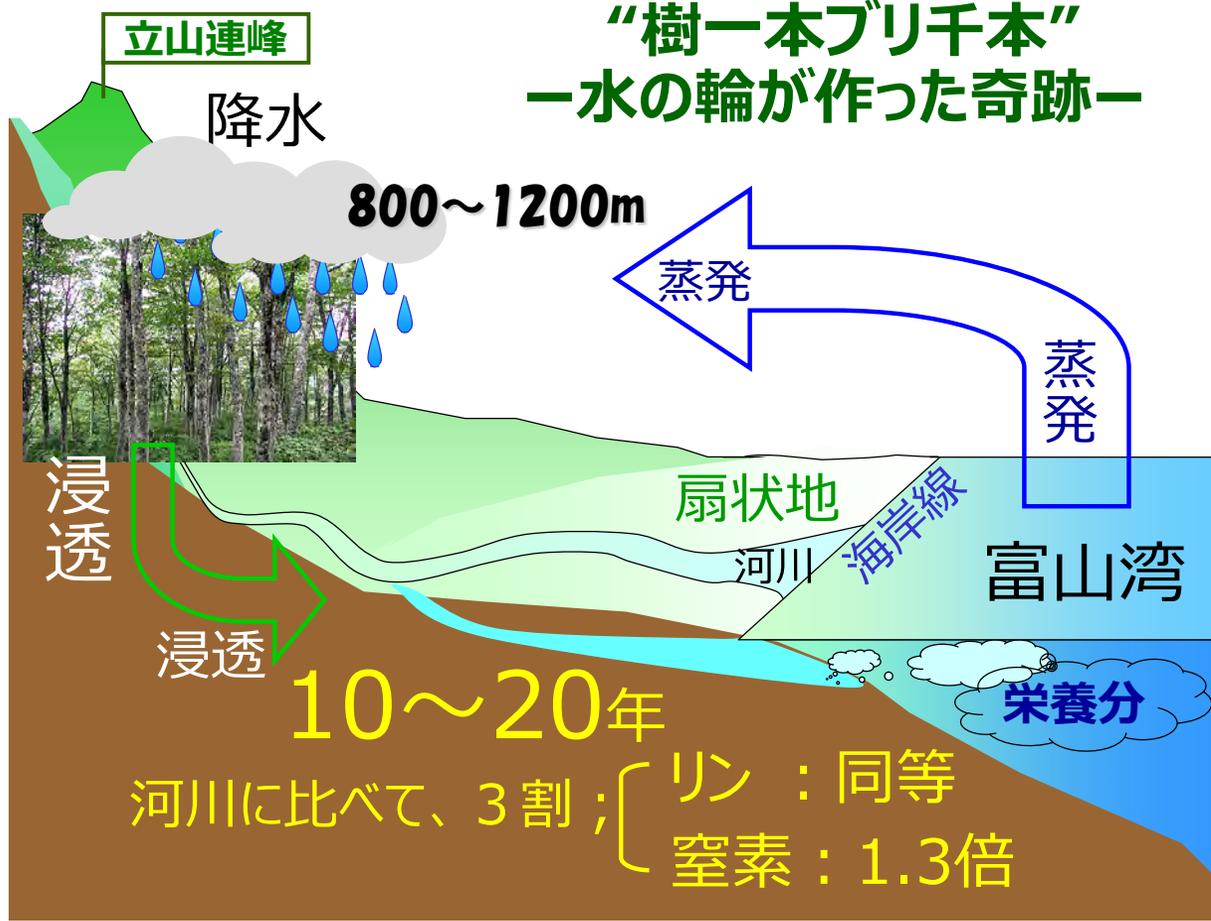
氷河(現存)

3,000 m

1,000 m

富山の水循環モデルの提唱

“樹一本ブリ千本”
—水の輪が作った奇跡—

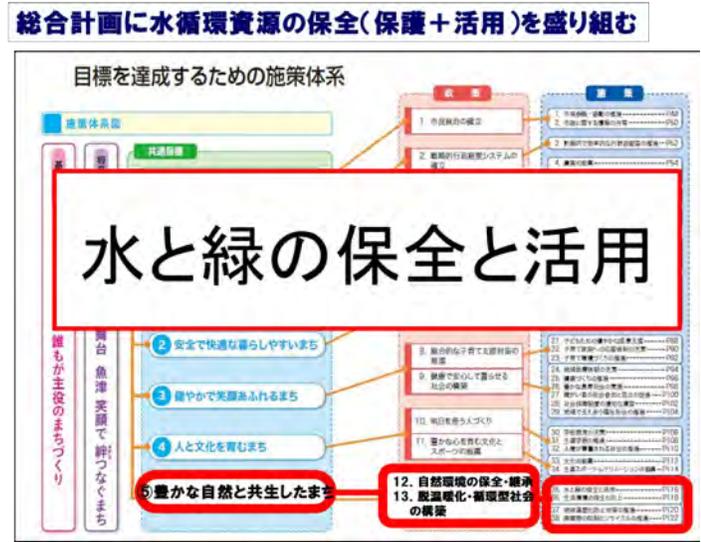


環境省「地下水保全」事例集
水文化の継承の“優良”事例



平成27年3月発行
(p65に掲載)

施策への反映 魚津市総合計画



第5章
施策7：水と緑の保全と活用

【関連原著論文の一部抜粋】

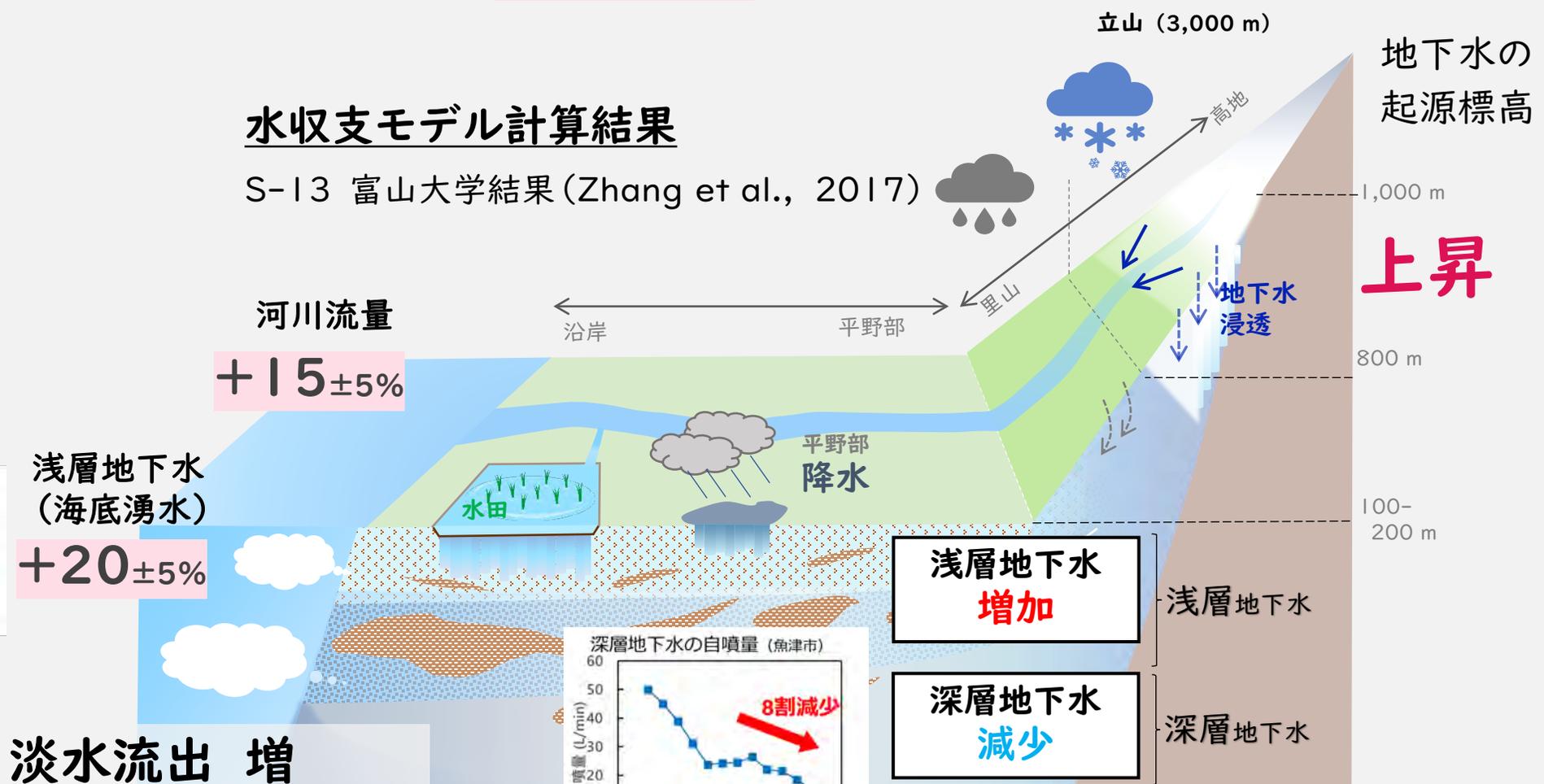
Mandal and Zhang et al., 2011 *Appl. Geochem*; Mandal and Zhang, 2012 *Environ. Earth Sci.*; Tsunogai et al., 2010 (*Atmos. Chem. Phys.*; Asai and Zhang et al., 2013 *Geochem.*; 張・佐竹 2001 *月刊地球*; Zhang and Satake 2003 *Land Mar. Hydro*; 張・蒲生 2005 特集「沿岸海底湧水の地球科学」*地球化学* 亀山ら; 張ら; 小山・張ら; 八田・張ら; Chen and Zhang et al.; Hatta and Zhang, 2014 *JGR-Oceans*; Zhang et al., 2017 *HESS* Mandal and Zhang et al., 2011 *Appl. Geochem.* (Citation 25); Mandal and Zhang, 2012 *Environ. Earth Sci.* (Citation 8); Tsunogai et al., 2010 (*Atmos. Chem. Phys.* (Citation 57); Katzakai and Zhang 2020 doi: 10.1002/essoar.10503299.1, Chen and Zhang et al., 2005 *地球化学* (Citation 10); Wang et al. 2018 (Citation 10); Chen et al. 2018 (Citation 2); Chen et al. 2020

地球温暖化に伴う“激変する”富山県の水循環

富山県東部 片貝川扇状地 過去30年間の長期変化

水収支モデル計算結果

S-13 富山大学結果 (Zhang et al., 2017)



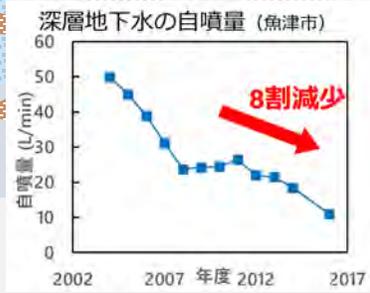
河川流量
+15±5%

浅層地下水 (海底湧水)
+20±5%

浅層地下水
増加

深層地下水
減少

淡水流出 増
⇒ 栄養塩 薄まる?



富山県の気候の長期変化

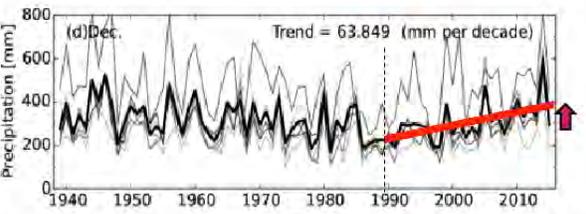
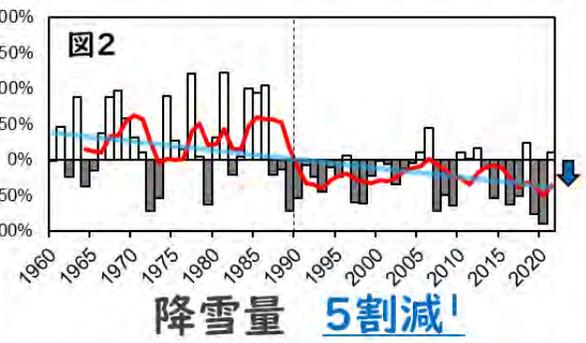
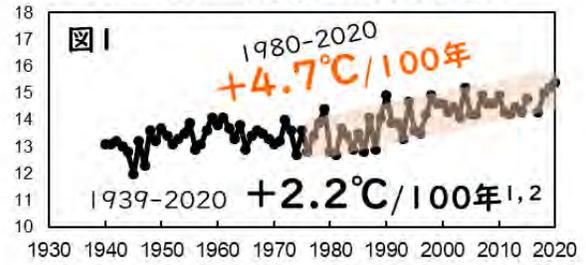
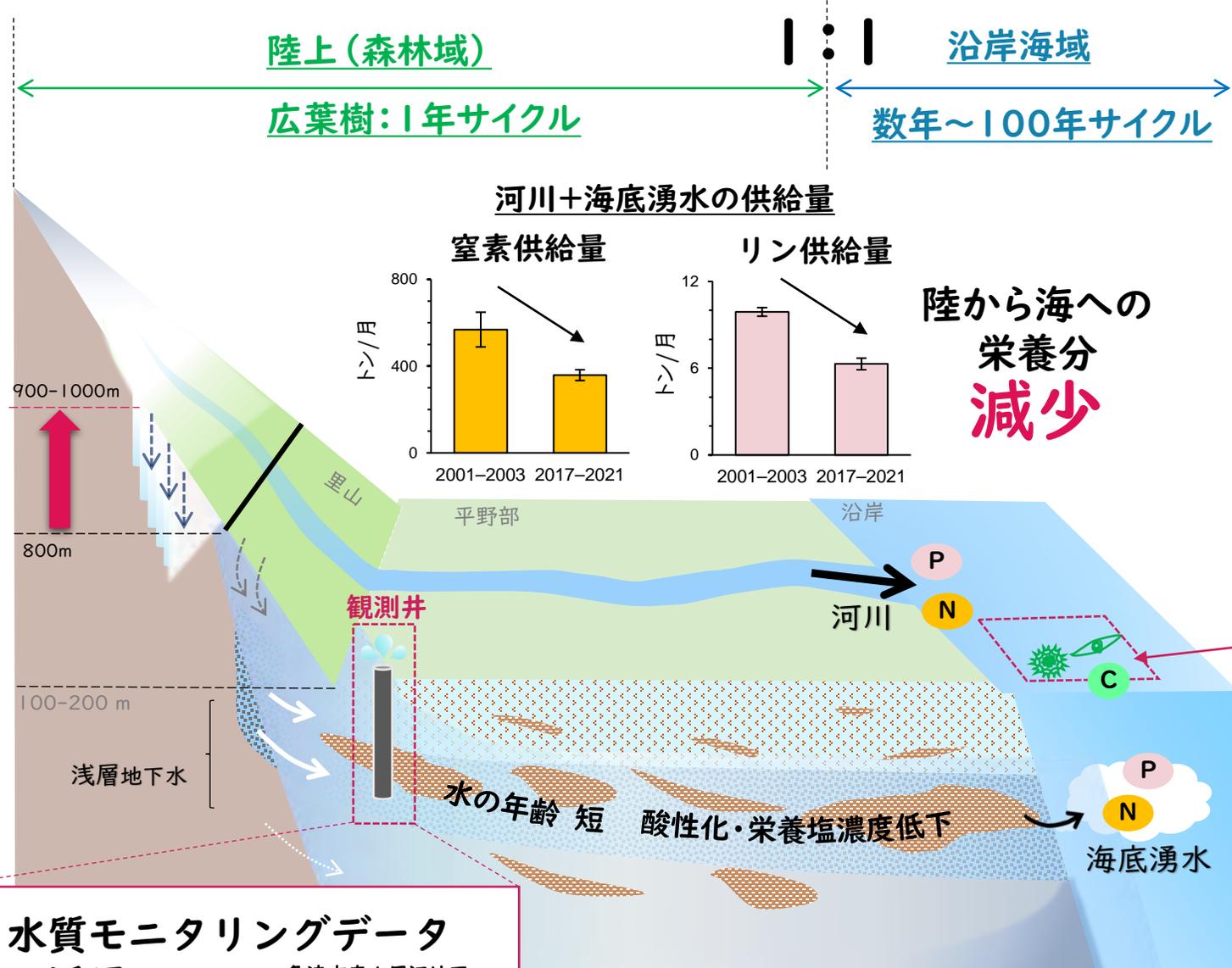


図3
— Toyama — Wajima — Niigata — Hokuriku(mean)
— Fushiki — Kanazawa — Takada

地球温暖化の影響を受ける富山県の水循環 ～質的变化～

Refer to Japan Maritime Public Relations Center



炭素循環



陸起源栄養塩の利用による植物プランクトン（光合成）の二酸化炭素固定量：

-13千トン/20年

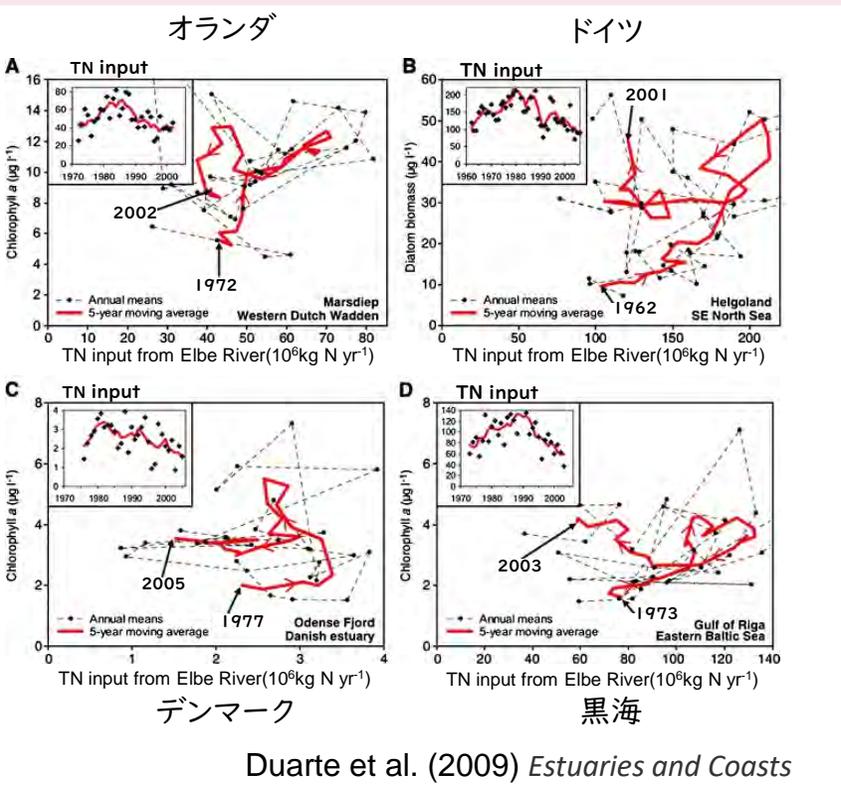
- C 炭素
- N 窒素
- P リン

水質モニタリングデータの活用
 魚津市東山周辺地区
 地下水水質調査業務

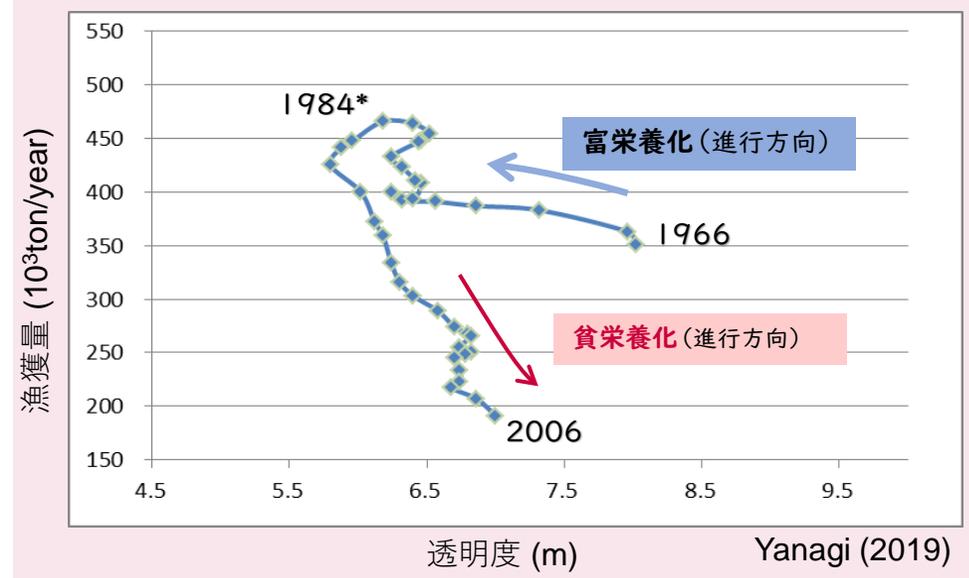
少雪・多雨化に伴う物質輸送量変化を確認

栄養塩規制は豊かで健全な海の回復につながっていた **現在は？**

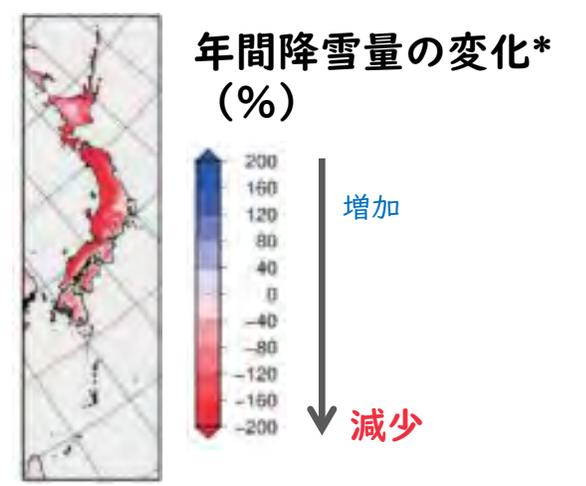
1. ヨーロッパ



2. 瀬戸内海



瀬戸内海の透明度と漁獲量の経年変化(5年移動平均)



**1980~1999年に対する2076~2095年の変化量(気象庁)

降雪量: 今後さらに減少する予測

陸水の流入量の増加?

- ◆ 成層強化
- ◆ 貧酸素海域の拡大

地球温暖化の影響



栄養塩付加量の規制 (例: 下水処理整備) と透明度の向上 ≠ 漁獲量の増加

人為的影響



科学的根拠に基づく適応策

豊かで健全な海の達成

科学的根拠に基づく適応策

気候変動に適応した水・栄養塩循環管理



環境研究総合推進費 (No. 2-2101)



科学的エビデンス

- 水循環に関する科学的知見
栄養塩・水循環量・質の 定量化
陸と海のつながり
- 気候変動の影響
栄養塩・水循環の変化
影響要因・変動要素の特定
将来予測

適応策の検討

- 監視を要する項目・地点の立案
(効果的・効率的モニタリング)
- **休耕田・耕作放棄地の有効利用
(地下水涵養マップ)**
- 地下水の持続的利用策
(汲み上げ時期・水深・再利用)
- モデルによる適応策の有効性の検証