①

湧水がもたらす生態系の頑強性と脆弱性の解明
:震災後の生態系復元に向けて　ZD-1203

森　誠一（岐阜経済大学）
北野　潤（国立遺伝学研究所）
鷲見哲也（大同大学）

本研究の目的と特徴 ＝おもな研究地：岩手県大槌町

1．津波が生態系や生活史に及ぼす影響に関する研究は過少

2．以前（1997年から）および直後から湧水とイトヨの継続調査

1）水文学（湧水量の質・量など）・生物学的実態

①湧水域4カ所ごとの津波前・後の比較

②新規湧水域の機能と生物多様性の応答

2）イトヨ多型の同所的生息地＝進化現象の解明と津波影響

3．何をもって回復かを理解し、一つの指標を導出

回復促進のため、何を人為的に加えればよいか

＝湧水という地域の環境特性を活用したまちづくり提示

大槌町源水川上流　2011.4.23（森撮影）

平成25年度環境研究総合推進費（復興枠）

②調査地：岩手県大槌町

サケ

St. A：源水川

湧水河川
イトヨ生息

「豊かな湧水・伏流水」
・生活・集落形成の基軸
・イトヨなどの生物多様性

津波の負荷

源水川のバイカモ2013.5.20

三陸の特徴的な自然現象

町方地区

自噴井

大槌町である由縁

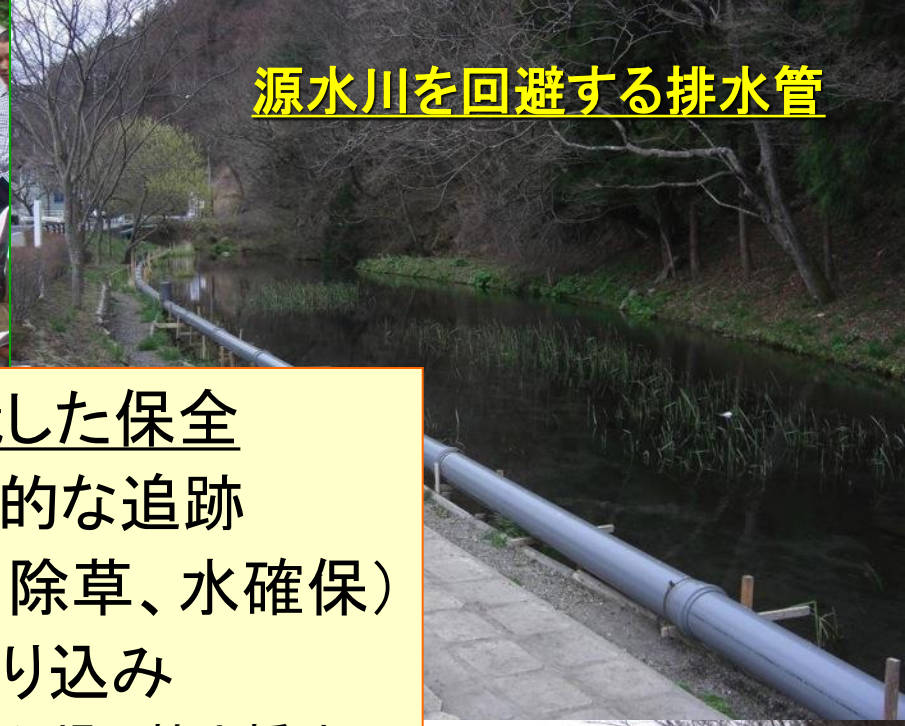
ホタテ、カキ、ワカメ

町方の自噴水 2013.5.20

大槌町の紹介：
・縄文時代の多数の遺跡
・大槌川と小鎚川の堆積平野の町
・沿岸・湾内の湧水＝良好な漁場
・豊かな湧水の家庭活用
・江戸時代から「新巻鮭」特産地
・三陸有数の湊町（「海づくり大会」）
・ひょっこりひょうたん島のモデル
・井上ひさし著「吉里吉里人」の町

③調査地（源水川St. A）の背景

イトヨ観察会



源水川を回避する排水管

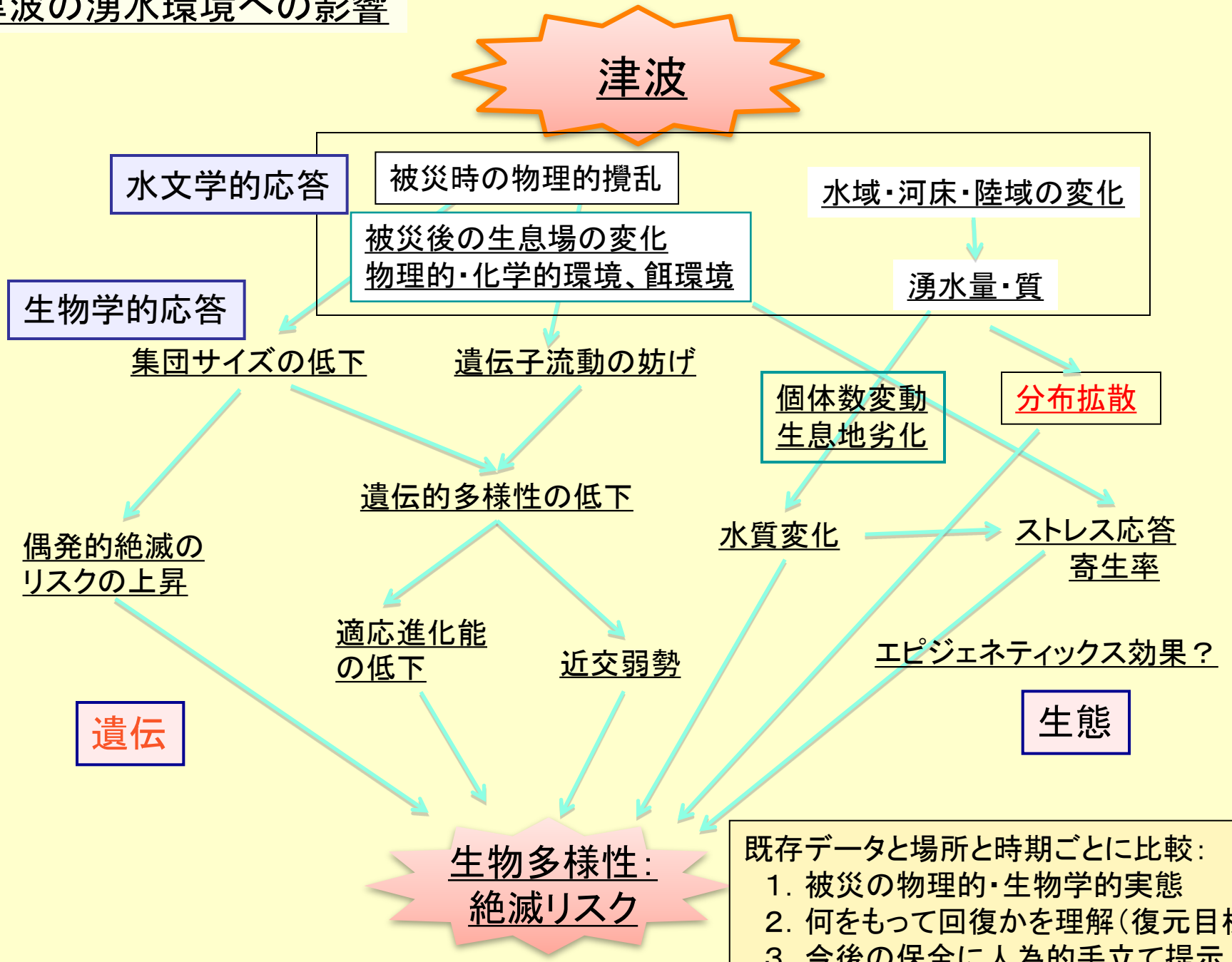
湧水とイトヨの意識した保全

- 生態学的＆遺伝学的な追跡
- 土木的改善（浚渫、除草、水確保）
- 「まちづくり」への取り込み
  - 生息環境の保全＝孵化場の協力援助
  - 継続的調査（中学・高校）＝郷土学習
  - 住民への啓発周知（守る会）＝共有化

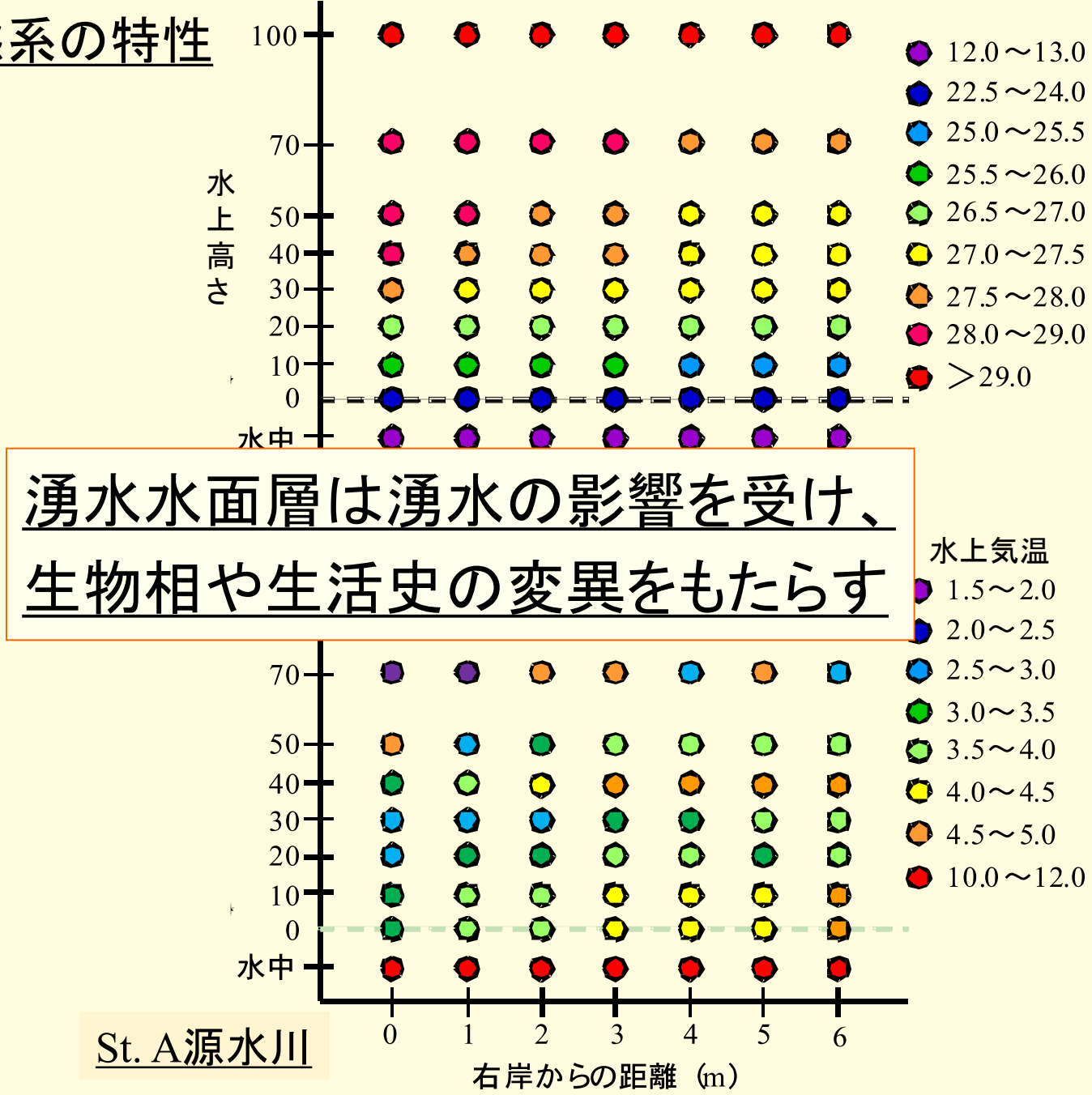
地元の日常的な保全活動
外来種の駆除

淡水型イトヨ生息地の湧水河川・源水川
観察デッキ　06.2.16

④津波の湧水環境への影響



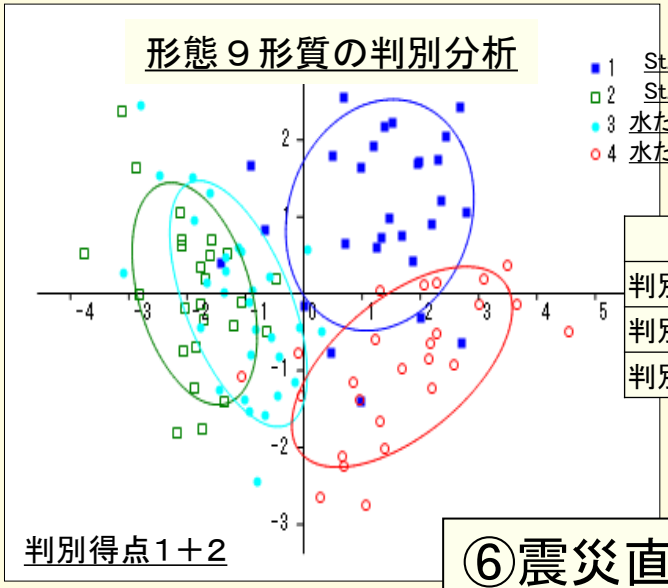
⑤湧水生態系の特性



湧水水面層は湧水の影響を受け、
生物相や生活史の変異をもたらす

St. A源水川

図(1)-3．源水川1の水上気温．上図：2013年8月，下図：2014年2月



	固有値	寄与率
判別1	2.3487	0.7475
判別2	0.5077	0.1616
判別3	0.2855	0.0909

⑥震災直後、個体数は激減したが、遺伝的多様性は維持
（2010, 2011, 2012, 2013年間のアリル多様度を比較）
⑦また、他生息地（日本海型、太平洋型、淡水残留・陸封型）
と比較しても、多様度は低くなかった。
⑧新しくできた水たまりのイトヨは、**STRUCTURE**解析により
多集団の雑種である。

◎新規集団の起源、適応過程
（水たまりごとに差異があり、個別追跡）

湧水生態系および生物多様性の研究サイトとして重要

⑨湧水生態系とイトヨ新規集団の起源

分布拡散
- 移入経路
- 個体群変動
- 遺伝的集団構造
- 今後の動向と保全

St. A: 源水川:淡水型

津波の挙動からも示唆

小鎚川

遡河型、淡水型、雑種

St. D:淡水型

湧水たまり群:新規生息地

St. C:同所的多型

- 地盤沈下:海水侵入
- 瓦礫撤去・湧水の湧出
  ＝水域面積の拡張

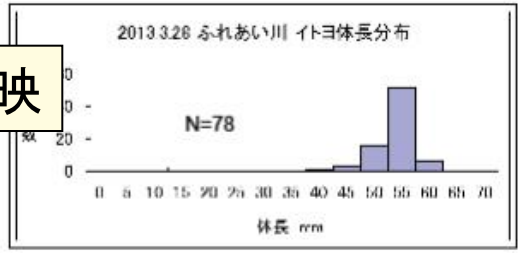
⑩重要な湧水河川（イトヨ生息地St. D）が道路事業の中で確保

大槌町イトヨ情報位置図（H25. 1 町情報を基に作成）

⑪復興地における環境アセスとして

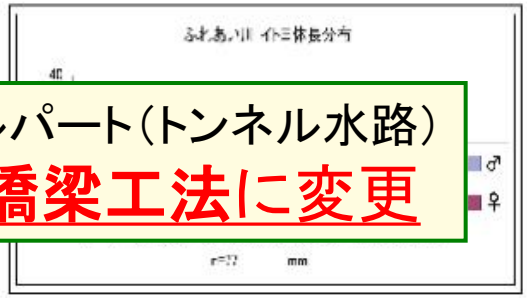
国交省南三陸国道の工事計画に反映

国交省に提出資料

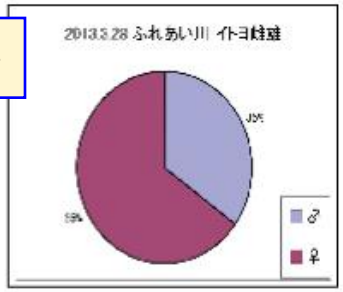


大槌町ふれあい川のイトヨ調査結果
2013.3.28　森誠一

ふれあい川（寺野沢）の養魚場合流より下流100mを調査対象とし、同地点は震災前より、かつ震災年4月より調査しており、イトヨを確認している。
2013年3月28日にトラップ2個を用い、2時間放置した後、それぞれに78個体、83個体を捕獲した。前者につき計測し、以下はその記録である。同地点では、これまでウグイ、ウキゴリ、ヤマメを捕獲したが、今回はイトヨのみであった。

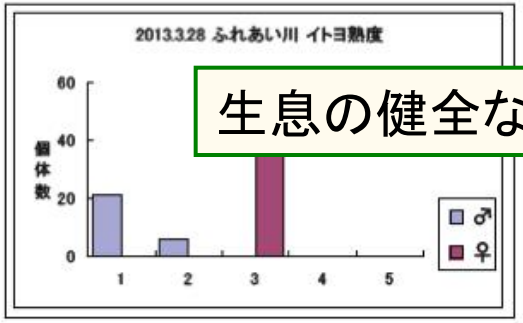


体長50mm以上の成魚個体が多く、他生息地と比較して単峰性の体長組成をもつのが特徴。全体のうち性判別は77個体でできた。体長において、メスの方が大きい傾向があった。



性比は自然変動の範囲でメスに偏っていた（メス：65%、オス：35%）。今年の繁殖も大きに期待できる状況である。

今回の調査では繁殖参加個体は認められなかったが、体調は痩せている個体はなく、健全な個体ばかりであった。4月以降、多くの個体が繁殖すると予想される。餌資源の十全さを示唆した。
メス熟度：1＝産卵直後；
3＝ノーマル；4、5＝抱卵



生息の健全な湧水環境を維持

同地点は健全なイトヨ生息環境であり、震災後も重要な生息地として維持されているといえる。

源水川の改善

堆積土砂除去による流量の変化

2011/5/1　0.035m³/s
2011/8/20　0.148m³/s

下流

平成はじめに河川改修＝河床下げ
湧水量復活

昭和終わりの、大槌川本川の
河床低下で、地下水低下＝湧水減

2011/5/ 1 0.016m³/s
2011/8/20 0.011m³/s

上流

ボランティアによる清掃

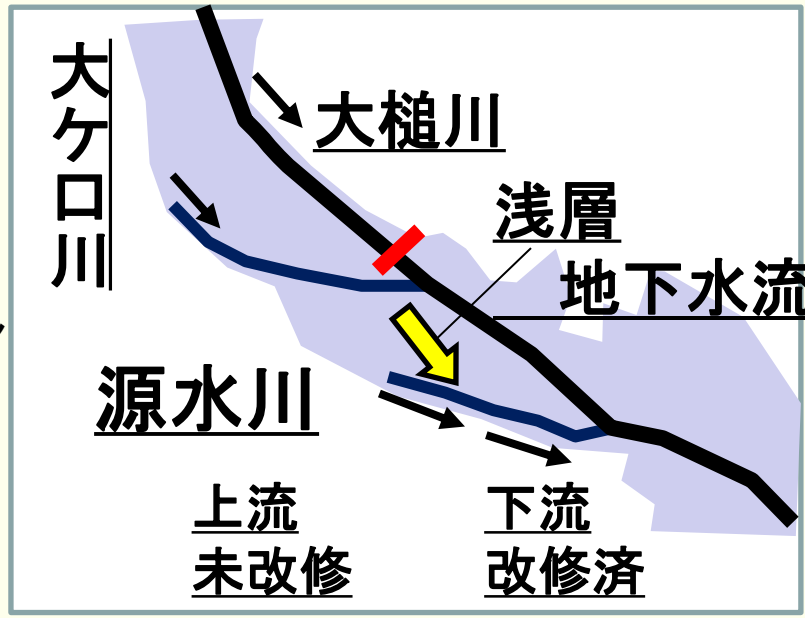
下流の改修済区間
（湧水多い）

2012/12/16 現在

2012/12/16 現在

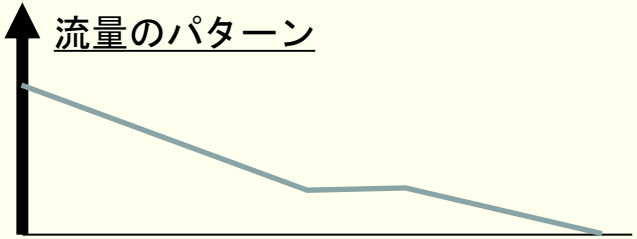
上流の未改修区間
（湧水少ない）

源水川湧水の構造と被災と回復

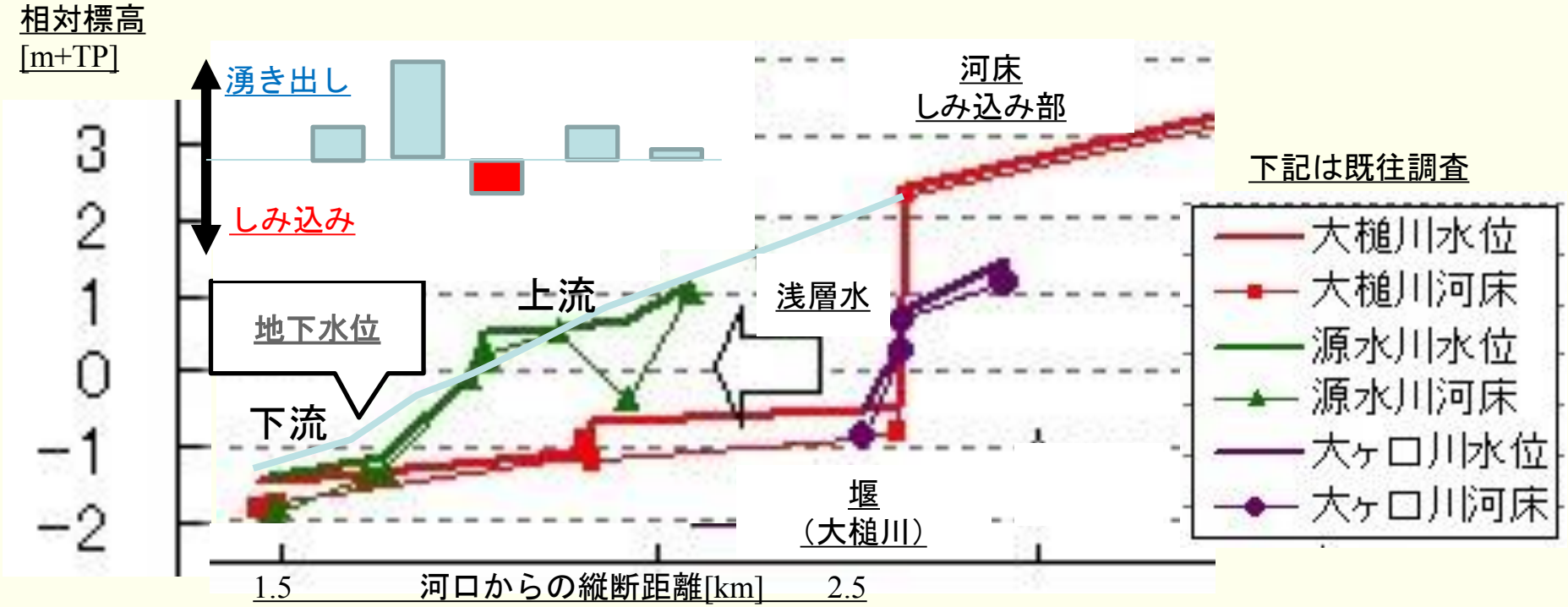


本調査：

源水川の流量（湧水量）と周辺地下水位のパターン



河床鉛直動水勾配

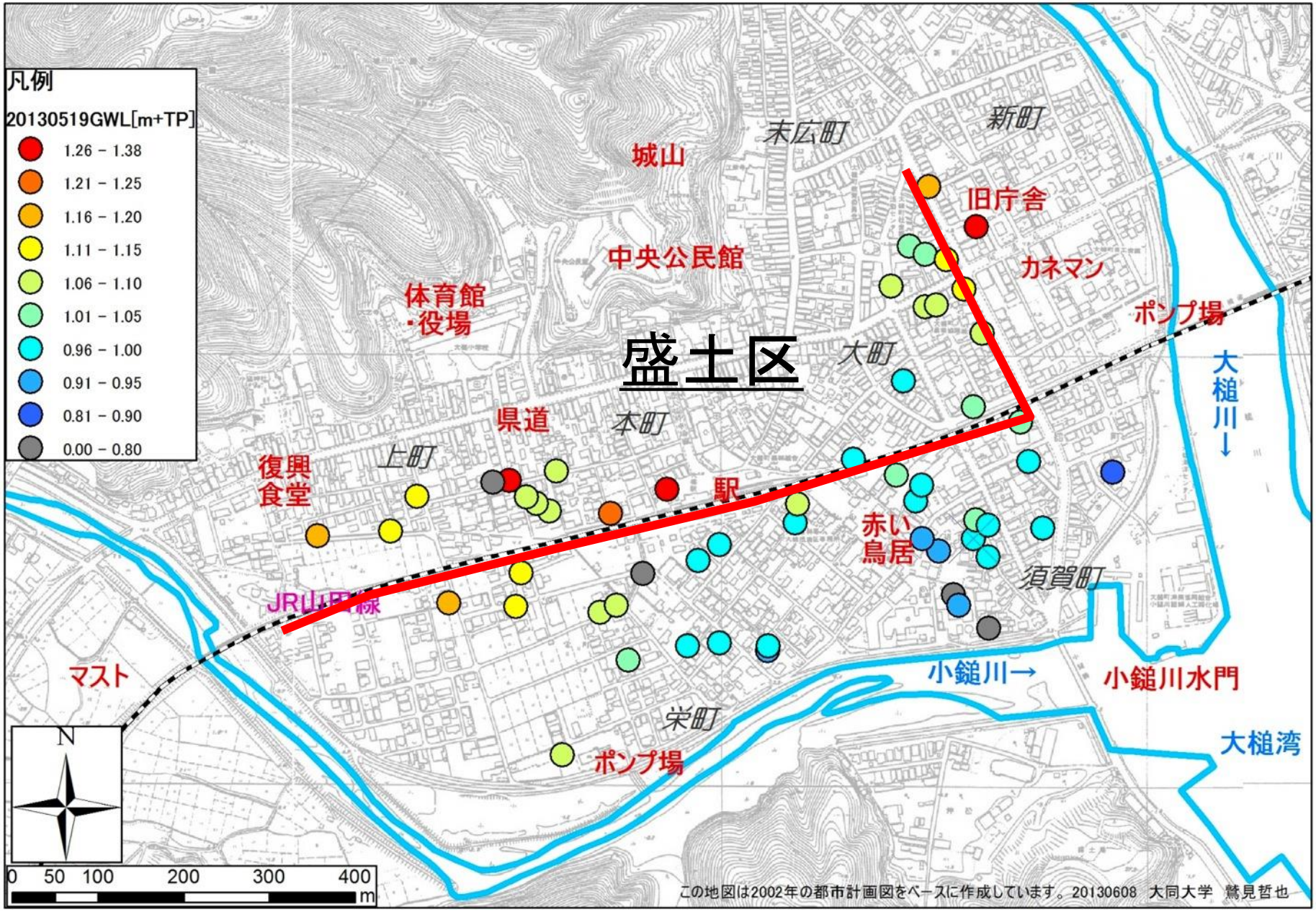


町方の水文環境

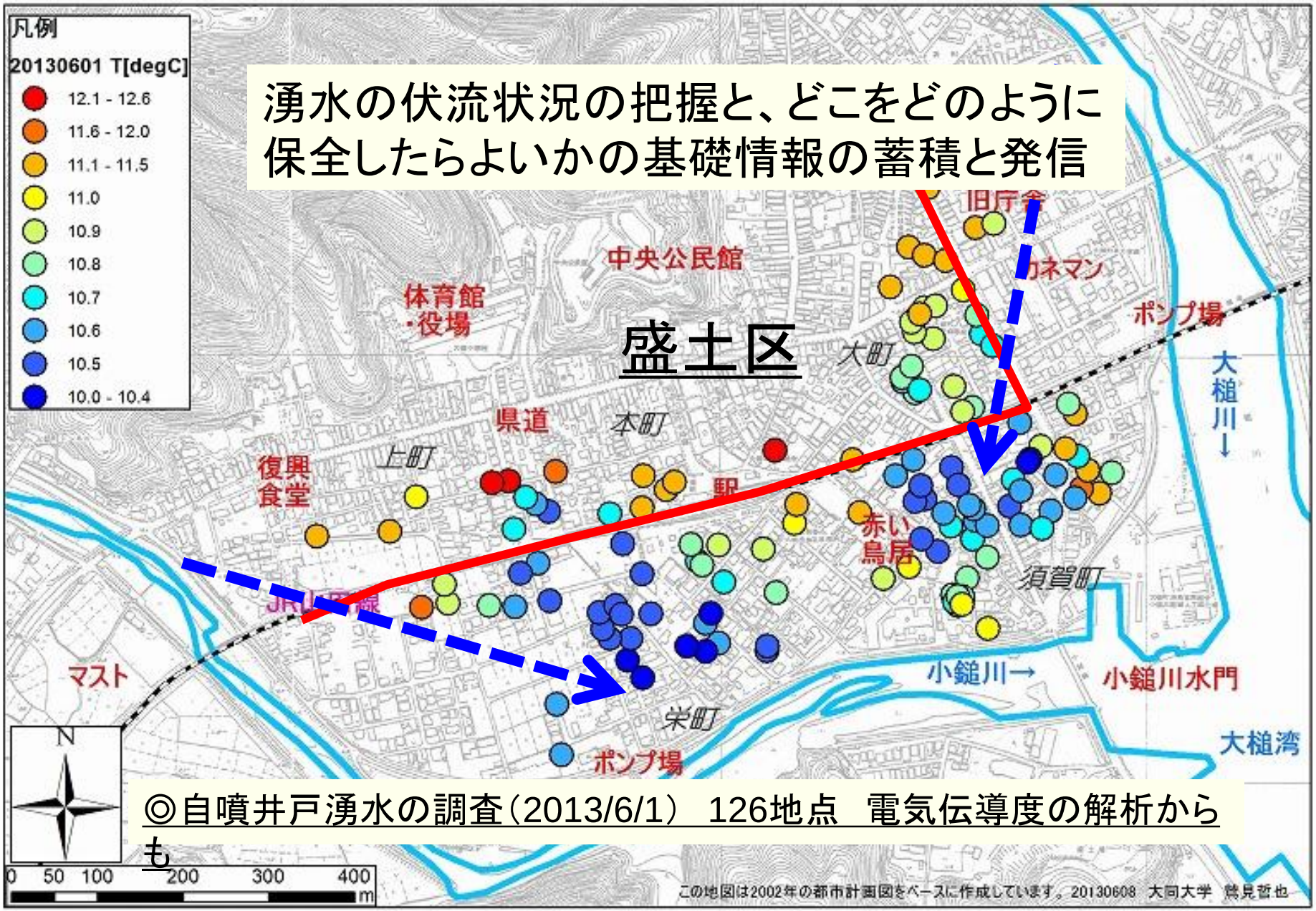
町方の自噴井・湧水とその被災

自噴井戸の利用
・家庭の自噴井戸
・事業所

町方地区：自噴井戸湧水の一斉調査（2013/5/19） 地下水位

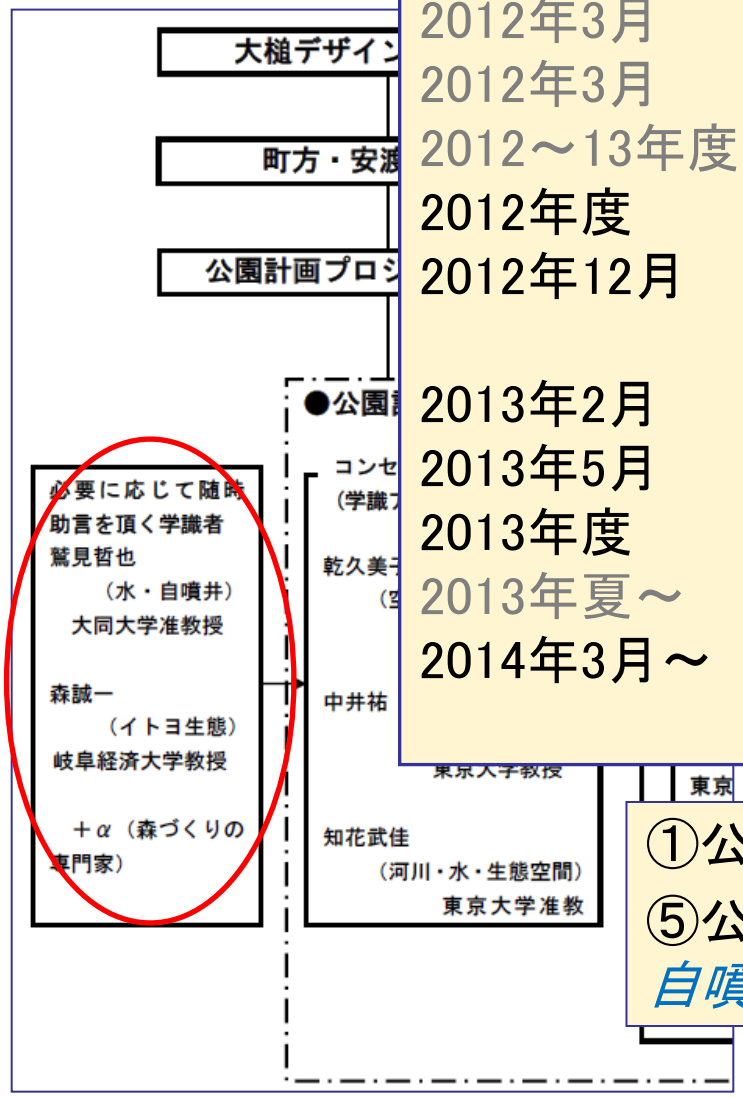


◎自噴井戸の一斉調査（2013/6/1）126地点　水温分布



◎自噴井戸湧水の調査（2013/6/1）　126地点　電気伝導度の解析からも

復興まちづくりとの関係



2011年10-12月　復興まちづくり創造懇談会（鷲見、町長諮問）
2012年3月　復興基本計画等の確定
2012年3月　区画整理事業等の承認（市街地盛土含む）
2012～13年度　区画整理・盛土施工までの進行遅れる
2012年度　①総合公園基本構想アドバイザ（森・鷲見）
2012年12月　②町関係者意見交換（森・鷲見）
（中心市街地再生関係：御社地湧水ほか）
2013年2月　③町職員勉強会（鷲見・森プレゼン、町長含む）
2013年5月　④自噴井戸一斉調査イベント（町民参加）
2013年度　⑤復興デザイン会議アドバイザ（鷲見）
2013年夏～　盛土試験施工等開始
2014年3月～　⑥公園設計プロジェクトチーム　アドバイザ
（鷲見、森：予定）

①公園計画PTのアドバイザ（2012年度、森・鷲見）
⑤公園設計PTアドバイザ（鷲見）（2013年3月~）
自噴湧水・生物の基礎情報提供と活用提案

◎復興環境アセスは必要

公園基本計画最終案 2013.5.20

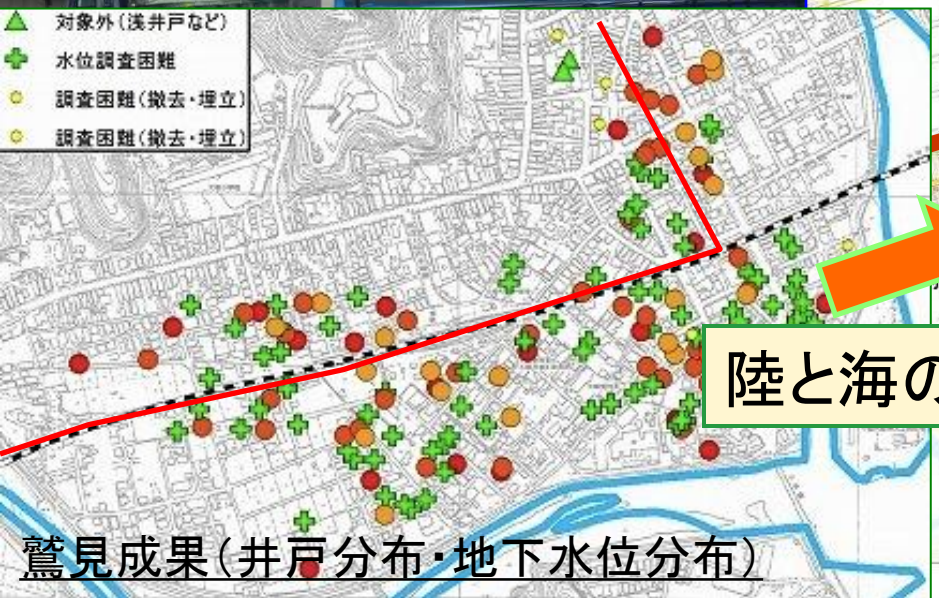
復旧事業によって、自然環境は震災とは異質の負荷がかかる。場合によっては、震災以上の影響をもたらす可能性がある。アセスメント調査もなしに、直ちに盛土や防潮堤の着工はアリか。”まち”を支え、これからも支える風土・風景・景観は、この順に簡単に戻らなくなる。

湧水の保全を含む「復興まちづくり」

湧水への影響

盛土地域：住宅地域

この間は、具体的シナリオがない



鷲見成果（井戸分布・地下水位分布）

陸と海の分断化

14.5m防潮堤（70m幅）

Q3. どんなまちをつくるの？

震災後半年～1年で、被災した市町村は「復興計画」を作った。これはどんな新しいまちをどのようにつくるのかを皆で考えたプラン。用地の整備などで下準備がかかったけど、これからいよいよ復興計画の実現、つまり理想の新しいまちづくりが本格的に始まるんだ。

湧水地の総合的な機能としての場

科学的・合理的根拠に基づき、地域特性を活用した「まちづくり」として提言する。

ハード：

生き物の場、業の資源、遊びの場、学び・知の場、町のありようを確認するアイコンとしての空間

↓

個別的な整備はそれぞれだが、他にも何が詰め込まれるか、という確認とともに整備⇔「単独目的」的には整備できない

・これまで生活・産業水として活用され、被災してもなお「命の水」として湧き続ける湧水環境を保全整備する。

ソフト：

人と生き物、人と業、子供、学校

人間社会と場との間の関係性の位置づけと共有。

→　自然湧水、都市公園の自噴井戸においては、それぞれの場について整理した上で、ハード・ソフトの整備を行うことを、町の勉強会・意見交換、デザイン会議・公園PT等で提言。

東北復興新聞

町民に向けての発信

④自噴井戸湧水の一斉調査（2013/5/19）

鷲見指導のもと、町・生涯学習課主催。

現状の共有の場。＝＞将来を考える契機に

ミニシンポジウム（森）

大槌町で湧水一斉調査　住民参加し約60カ所

ツイート 20

大槌町は１９日、津波で甚大な被害を受けた中心市街地の町方地区に湧く井戸の一斉調査を行った。住民も参加し、水資源として湧水に関心を持ってもらうのが目的。震災後、同町の湧き水は「命の水」として住民の生活を支えた。ただ、土地のかさ上げが本格化すれば埋められる井戸もあり、次なる災害にも備えた活用に向け、全町的な議論が求められている。

住民やボランティアら２００人以上が参加し、町方地区の約６０カ所の自噴井戸を調査した。正午を知らせる「ひょっこりひょうたん島」のテーマ曲を合図に、住宅跡地の井戸の吹き出し口にチューブを差し込み、水圧や水温を測定した。

同町では湧水を生活や産業に活用してきた歴史がある。生活インフラが壊滅的打撃を受けた震災直後は、多くの避難者が内陸部の湧き水を飲料用などとして利用してきた。

碇川豊町長は「井戸は防災のほか観光の資源としても有望だ。全部残すというわけにはいかないが、町づくりと平行して適切な配置になるように整備したい」と述べる。

【写真＝被災した自噴井戸で、湧水の水圧を測る参加者＝１９日、大槌町町方地区】

岩手日報 (2013/05/20)

成果の発信

Evolutionary Ecology Research, 2013, 15: 1

Are Japanese freshwater popul threespine stickleback derived from the Pacific Ocean lineage?

Lara M. Cassidy[1,2], Mark Ravinet[1,3], Seiichi Mori[4] and Jun Kitano[1,5]

[1]Ecological Genetics Laboratory, National Institute of Genetics, Mishima, Japan, [2]Trinity College, Dublin, Ireland, [3]Queen's University Belfast, Belfast, UK, [4]Gifu-keizai University, Ogaki, Japan and [5]PRESTO, Japan Science and Technology Agency, Kawaguchi, Saitama, Japan

学術原著論文

ABSTRACT

Background: The presence of ecological opportunity can trigger adaptive radiation. Freshwater colonization of marine ancestors during the post-glacial dispersal could have triggered adaptive radiation in the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). Japanese marine threespine stickleback can be classified into two genetically divergent groups, the Pacific Ocean group and the Japan Sea group.

Question: Are all Japanese freshwater threespine stickleback populations derived from the Pacific Ocean linea
divergent Japan Sea

Methods: We co
nine freshwater po
Sea anadromous p
markers. We create
allele frequencies ar

Results: All fresh
anadromous popula
rather than the Japa

Keywords: adaptive

The presence of ecol
Losos, 2010). When inte
tion occurs as a resu
and islands or mas
(Schluter, 2000; Gillespie ar

Correspondence: J. Kitan
Shizuoka 411-8540, Japa
Consult the copyright sta

イトヨ水槽・大槌町庁舎玄関

2013年５月設置

【大槌】湧水生かしたまちづくりを住民らがフォーラム

ツイート 11
いいね！ 8
g+1 0

大槌町教委など主催のフォーラム「大槌町の郷土財　湧水からのまちづくりに向けて」は８日、同町小鎚の町中央公民館で開かれた。住民ら講演なりを考

2014.2.8 大槌町フォーラム「郷土財・湧水からのまちづくり」

同町でイトヨの生態調査を続けてきた岐阜経済大の森誠一教授（進化生態学・保全生態学）が湧水環境を説明。総合地球環境学研究所（京都市）の秋道智彌（ともや）名誉教授が講演した。

秋道名誉教授は、震災後の同町の自然や生物動態の変化などを紹介し、湧水環境の維持保全を通じた復興に言及。長期的視点を持つ必要性を指摘し「防潮堤や盛り土など社会の復興と、自然の復興を組み合わせて考えるべきだ」と強調した。

同日は同研究所の中野孝教教授ら３人が湧水に関する調査結果などを発表した。

【写真＝湧水など地域資源を生かしたまちづくりを考

結論の一つ：復旧ではなく「復興」

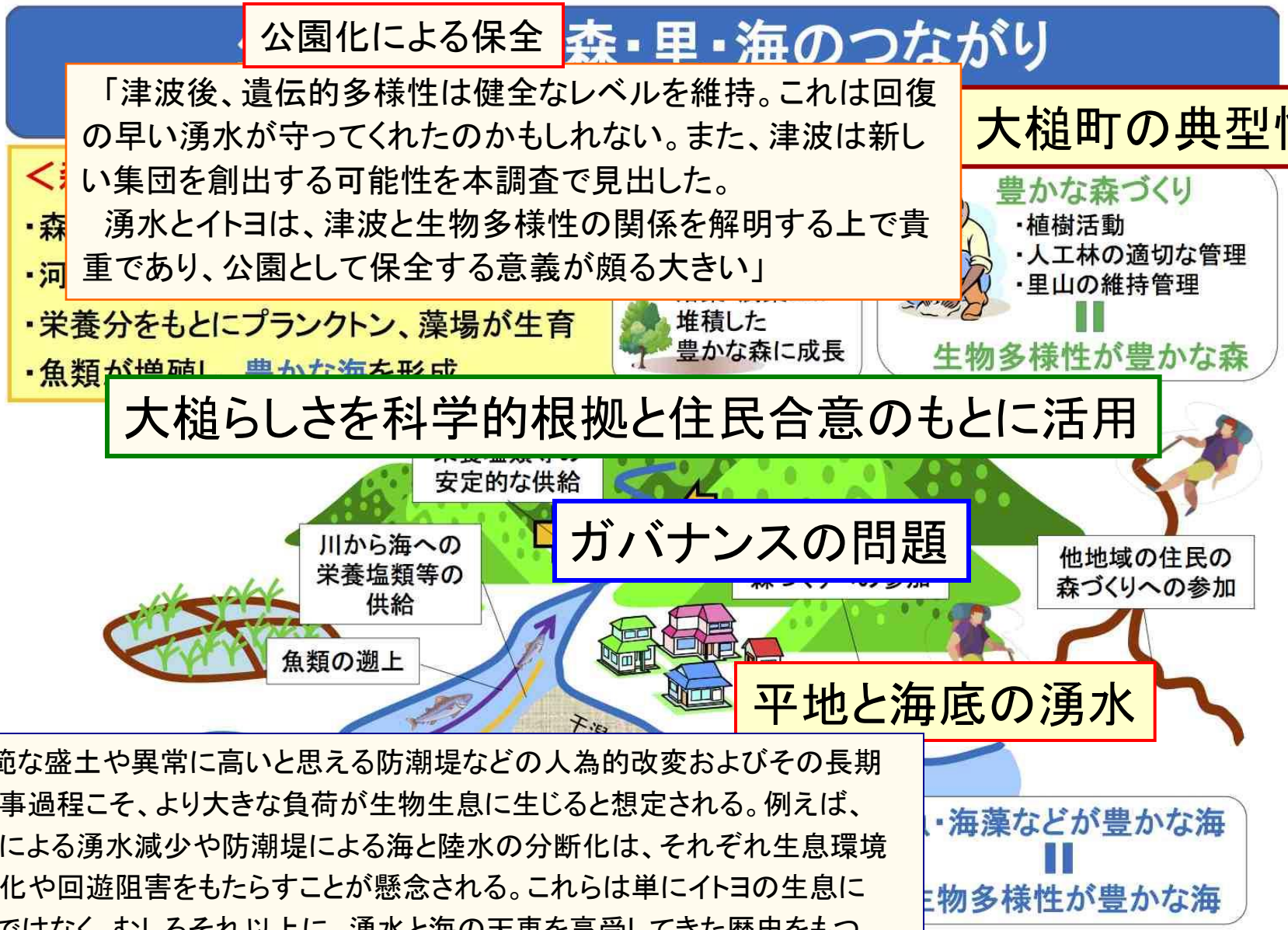
新「三陸復興国立公園（仮称）」（環境省）

公園化による保全

「津波後、遺伝的多様性は健全なレベルを維持。これは回復の早い湧水が守ってくれたのかもしれない。また、津波は新しい集団を創出する可能性を本調査で見出した。

湧水とイトヨは、津波と生物多様性の関係を解明する上で貴重であり、公園として保全する意義が頗る大きい」

大槌町の典型性



大槌らしさを科学的根拠と住民合意のもとに活用

ガバナンスの問題

平地と海底の湧水

広範な盛土や異常に高いと思える防潮堤などの人為的改変およびその長期の工事過程こそ、より大きな負荷が生物生息に生じると想定される。例えば、盛土による湧水減少や防潮堤による海と陸水の分断化は、それぞれ生息環境の悪化や回遊阻害をもたらすことが懸念される。これらは単にイトヨの生息にだけではなく、むしろそれ以上に、湧水と海の天恵を享受してきた歴史をもつ大槌町の「まちづくり」のアイデンティティとして重大事項のはずである。

参考１

②大槌町関係者との意見交換会 （森・鷲見）

（中心市街地「御社地」を含めた、意見聴取）

③町職員勉強会

2013年2月 （森，鷲見）

町長はじめ，町役場職員を

前に講義・報告

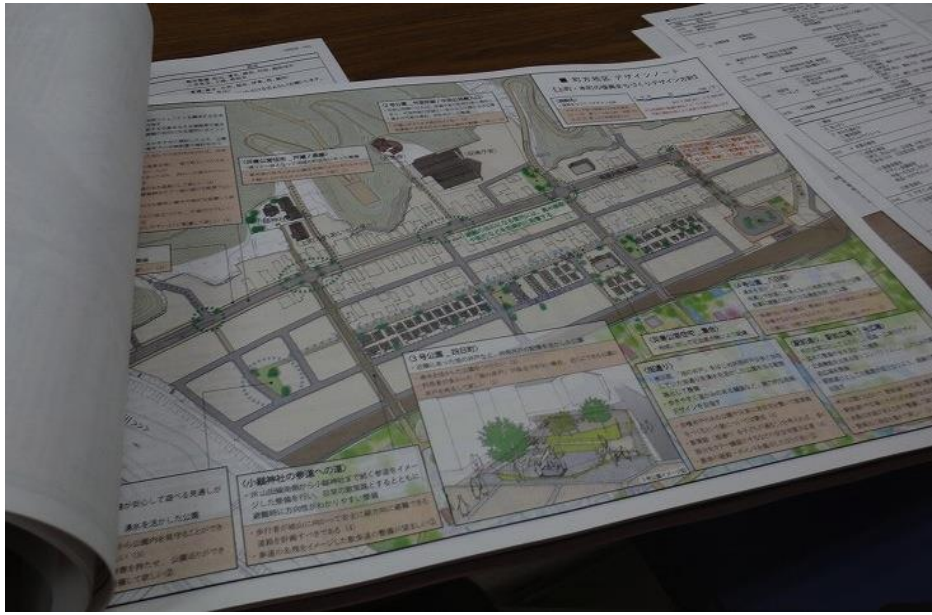
当日夕方 IBC岩手放送「ニュースエコー」

参考２

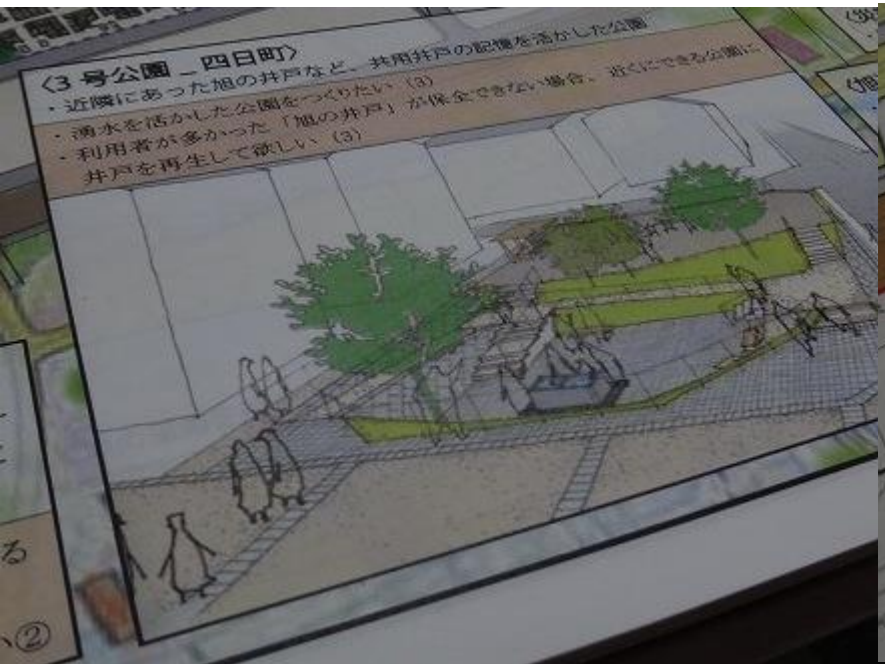
⑥デザイン会議 （平成25年度）

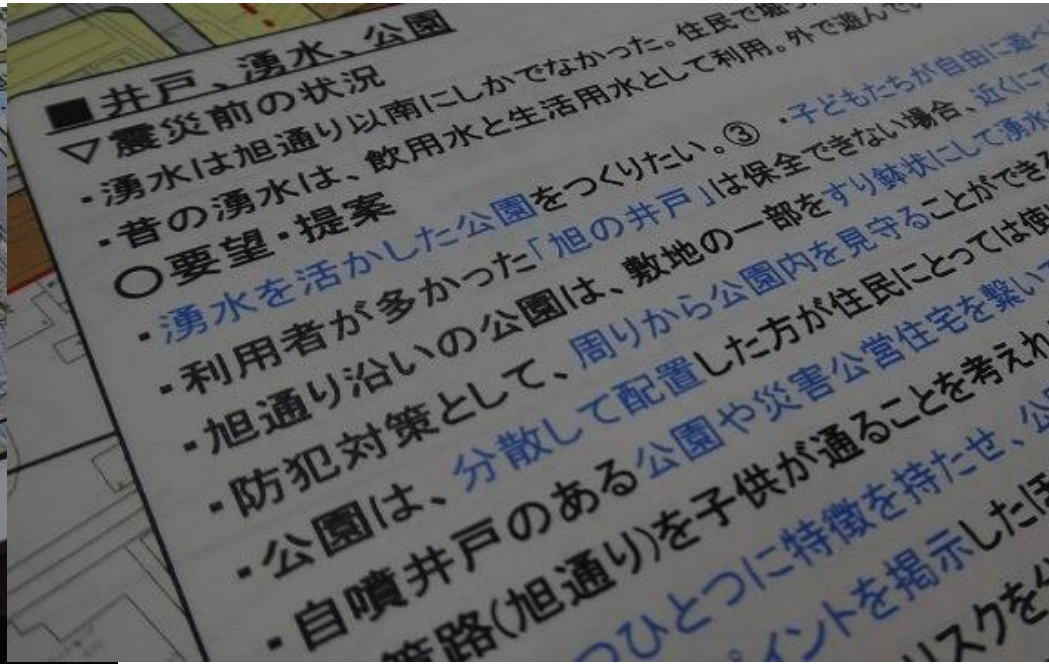
具体的なまちのレイアウトを考える町民代表者等の会議：鷲見はアドバイザとして参加

まちづくりに、湧水の観点からアドバイス。



2014年3月にまとめられた「デザインノート」には、湧水・噴井の活用提案が盛り込まれている





参考３

町民に向けての発信

各種団体復興イベント・まちづくり活動での情報提供等

例：湧水ツアーでの現地解説（2012年4月、10月）

自噴井戸のメカニズム・履歴の解説

「おおつちさいがいエフエム」の出演

・湧水を活かすまちづくりに関する議論
（2013年11月25日　森・鷲見）

・ほか、湧水環境，イトヨ，まちづくりをテーマに20回以上の収録放送.

参考４

まちづくりの中に湧水を位置づける

「湧水」の個別的機能

- 水資源としての湧水地：　家庭・事業所による利用。
- 熱資源としての湧水：　ヒートポンプなど。
- 生息環境としての湧水地：　イトヨなどの生息地。
- 漁業利用の場としての湧水地：　　孵化場として利用してきた。地下水をくみ上げ利用し、池・川を漁業の場として位置づけてきた。
- 生活空間としての湧水：　単なる水資源としてだけではない、生活の風景としてのもの。
- 交流の場としての湧水：　初期の井戸は街角にあり、皆が利用。
- 遊びの場としての湧水地：
  　もともと子どもたちも含めて自然発生的な遊びの場でもあったはず。いまでは、学校の「環境教育」というような、一種の「無理やり」な位置づけになるのかもしれない。
- 土地のなりたち、水循環の理解の場としての湧水地：
  地域の水循環や地形等への興味喚起し、学習・理解の場
- 「町には何があるのか」を確認する場としての湧水地：