

平成 23 年度

第 1 回 土地改良研修会

講演 1 農業用施設の被災と復旧・復興

(独)農業・食品産業技術総合研究機構

農村工学研究所長 高橋 順二



一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会

## 平成 23 年度 第 1 回 土地改良研修会

年月日：平成 23 年 11 月 18 日

場 所：KKR ホテル札幌

### ◎ 講 演「農業用施設の被災と復旧・復興」

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 所長 高橋 順二 氏

今日は土地改良研修会にお招きいただきまして、ありがとうございます。ただ今ご紹介に預かりました農研機構の高橋といいます。つくば市にある農研機構は、北海道農業研究センターを始め全国 14 の研究所を統括しております。職員数が約 2,950 人おります。その内、私のいる農村工学研究所は、水と土を活かして農業と農村の振興を図ることを目的としており、農水省では農村振興局との関係が深い研究機関です。

先ほどのご紹介にありましたが、私自身、最初の勤務が北海道開発局土地改良課です。また、これまでの農水省勤務の内、2/3 が行政の現場で残りの約 1/3 は農業工学研究所などに属しております。また、現場経験としては、岩見沢農業事務所、それから、今年になって、豪雨・台風の大きな被害を受けました東海農政局の和歌山県に近い三重県の事業所や、7.29 水害のあった北陸農政局の新潟県の事業所に2回ほど勤務しております。このように、今年は、勤務した現場が軒並み災害を受けた訳で、災害という面で特異な年になるのではないかなと思っております。

本日の講演テーマに関するお手元に配られている資料ですが、綺麗に印刷していただき大変ありがとうございます。非常に鮮明でわかりやすくしていただきました。今回、私が話をする内容は、資料の右上の方にページが打っていますが、28 ページまでです。それ以降につきましては、今年 9 月、当研究所の毛利施設資源工学領域長が、農業農村工学会で発表したものをそのまま付けさせていただきます。これは後ほど参考にしていただければと思います。

さて、日本の国土面積 38 万 km<sup>2</sup> が世界全体の陸地面積に占める割合は、0.25%しかないのですが、災害被害額を見ますと、過去5年間で世界全体の 13%が日本で発生しています。もちろん、日本では、経済が高度化しておりますので、開発途上国との被害額が違うのは当たり前のことでもありますけれども、13%というのは非常に大きい数値です。そのうち農業施設や農地・農作物等の被害が半分を占めております。今年は、さらに東日本大震災があつて、その被害が 20 兆円とか 25 兆円と言われておりますので、これを含めると世界の災害被害額のかなりの部分は、日本で発生しているのではないかと思います。そういう意味でも日本列島は災害列島と言えます。

このような面から、今回の震災を踏まえて何を学び取ったらいいのかという観点からもお話をさせていただきます。

#### 1-1 農工研の東日本大震災への対応【スライド 2】

東日本大震災に関して農工研がとった対応を示したスライドです。3 月 11 日に地震が発生しま

したが、これだけ強い地震というのは、今まで経験の無いものでした。翌日の3月12日には、農林水産省の方から農工研に対する現地への派遣要請があり、地震発生直後から二次災害の防止や被災状況の調査に努めてきたところです。この辺の状況につきましては、今年の5月31日に東大におきまして報告させていただいておりますし、またホームページにも載せていますので、ご覧いただくともっと詳しくわかると思います。

また、東京電力の福島第1原子力発電所の事故関連では、放射性物質による農地土壌汚染に関する対策のため、農村工学研究所でも、福島県の飯舘村というところで除染の実証試験をやってきました。最初は、なにぶんこれまで経験がなく、試行錯誤的などころがありました。今回、第三次補正の中で、農水省の農地土壌汚染対策実証事業に22億円の予算が付いていると聞いておりますけれども、こういう事業での除染工事に研究成果を引き継いでいくことになります。

それと、津波被害に比べ一般によく知られていませんが、福島県の藤沼池という約150万m<sup>3</sup>の貯水量の貯水池が決壊しまして、下流で8名の方が死亡、行方不明になっています。世界でしばらくダム決壊により人命が失われた例がないということもありまして、国際的にもある意味注目されております。この池は県営事業により戦後まもなく造成されものですが、決壊の原因などに関し福島県が主催する委員会に研究機関として専門家を参画させています。

また、後ほどご紹介しますが、今回の震災に関しまして、早期の営農再開や、地域の復興計画の策定に向けて、私共がこれまで蓄積してきましたシミュレーション技術が活用されています。

岩手県の大船渡市では、潮流の解析、いわゆる津波シミュレーションを用いて地域のどのあたりまで浸水の危険があるのかのシミュレーションや景観のシミュレーションを行うなどにより、津波被害を最小限に止めるための農地・施設の配置計画のあり方を検討し、地域自らが作成する復興計画の合意形成を促進するため、専門家として助言などを行っています。

そういったことも後ほどご紹介申し上げたいと思います。それから後半では、今回の災害を踏まえて今後どのようにして復興を図っていくのかということについて、今考えていることをお話しできればと思います。

### 1-2 農水省からの要請に基づく専門家派遣箇所【スライド3】

これは農水省からの要請に基づいた専門家派遣箇所を図示したものです。福島県の飯舘村には私も行きましたけれども、浪江町等原発に近い所は、センシティブな地域になっておりますので、なかなか現地に入れません。

福島県の中通りでは、多くのダム、ため池、パイプラインが被災しましたが、その中に国営の隈戸川地区で実施した大口径パイプラインも被災しております。また、先ほど申し上げた藤沼ため池の他にも大きな被害を受けた小規模なため池があります。

それから、阿武隈川に近い宮城県の南部にある亘理・山元地区は、国営のかんがい排水事業や国営農地再編開発事業で整備された優良農地が広がる所ですが、大きな被害を受けています。先日、仙台市で開催された土地改良大会に行かれた方の中には、現地をご覧になった方もおられると思いますが、整備を行った優良農地や施設が一瞬にしてなくなってしまったという状況で

す。

名取市、石巻市、気仙沼市といった地域では、特に大きな津波被害を受けています。そして岩手の海岸部の陸前高田市、あるいは大船渡市等が軒並み津波にのみ込まれてしまいました。

このように、3月12日以降、農水省の要請や研究所独自の派遣も含め、10月末までに総勢380人・日の研究者を現地に派遣しまして、復旧・復興に関する様々な活動にあたってきています。

### 1-3 ダムの被災状況調査(15箇所)【スライド4】

これはダムの被災状況を調査している状況です。このダムは福島県の中通りにある三ッ森池で天端に亀裂が発生しています。そこで、この亀裂の深さや広がりがどうなのかということを調べる必要があったわけです。

やはり、常日頃から人材や技術を蓄積しておかないと、いざ災害が起こったときに事態に適切に対応することは困難です。ここでは、電気探査法を用いた堤体亀裂解析を行って、亀裂の深さや広がり調査しています。ちょっと見にくいのですが、この赤とか黄色くなっているところが、亀裂が入っていて損傷しているということになります。逆に、青色になるほど、損傷していないということになりますから、どのように復旧したらいいのか、あるいは当面どこまで水を貯めていいのかを判断する際の基礎資料になります。

当時は春先でまだ雪が残っておりましたが、この地方では、4月末から代かきが始まりますので、それまでに水を貯水しなければ田植えに間に合わなくなります。この状態でどこまで貯水していいのかといった判断も必要となりますので、研究所の専門家がいろいろと現地の方々の相談に応じております。

### 1-4 ため池の被災状況調査(11箇所)【スライド5】

これは、青田新池という均一型のため池で地震により、決壊してしまった状況です。幸いなことに、ここでは人的な被害はありませんでした。こういったため池の被災に対して、その当時は、まだ余震も続いていましたし、梅雨時を迎えて、早急に対策等を判断しなければならないという状況の中、それぞれのため池について、一定の判断が必要となります。そのため、ため池の被災パターンを右の図のように分類して、それぞれに対して今後どのように管理、あるいは堤体の復旧を図った方がいいのかということについて、技術的な提言を行っています。

### 1-5 パイプラインの被災状況調査(15箇所)【スライド6】

次は、パイプラインの状況です。平成22年度に国営隈戸川の農業水利事業が完了したところで、管径は1,350mm～1,800mmとか人が入って調査できるような、大口径パイプラインが被災しました。それではどの程度被害を受けているのかといった現地調査の結果を関係者に説明しながら、春先の灌漑期に向けての対策や復旧方法について、相談しています。

こうした災害に対して、これからどうすればよいかといったことは後程また触れたいと思いますが、農工研が開発した地震に強く低コストなパイプラインの浅埋設工法は、北陸の九頭竜川下流

地区などで活用されています。福島県内ではこの工法をたまたま採用していないこともありまして、今回の地震で実際にどのような挙動を示したのか、現地では調査、検証できませんでした。

#### 1-6 農地海岸施設の被災状況調査(28箇所)【スライド7】

これは農地海岸施設の被災状況です。ご承知のように海岸には農水省所管の農地海岸とか、国土交通省所管の海岸などがあります。全国で約1,700kmあると思いますけれども、背後地に農地がある海岸が農地海岸ということで、農村振興局の所管になっています。この写真は東北農政局と私共の職員が空から撮影したもので、左の水面は北上川です。写真の上の方が太平洋で、追波湾に面しています。この付近はすべて優良農地だったわけでありますが、河川と農地の見分けがつかないような状況になっています。

この写真には写っていませんが、この地区の北に当たります、気仙沼市近辺では、農地整備した直後に被災したということで、土地改良事業の未償還金も残っております。本当にこういう優良農地が津波にのみ込まれてしまった事実を目の前にして愕然とする思いがしております。

先ほど堀井会長から、現地をご覧になった時の感想として海岸堤防が弱かったのではないかというお話がありましたが、その堤防がどういうプロセスで破壊していったのかという推察をお話させていただきますと、第一に津波の力によるパラペットの破壊、それに引き続いて天端被覆の浮き上がりが発生します。その結果、堤防の裏側の法部が洗掘され、最後に引き波による海側への力が働き倒壊するというので、堤防の高さもありますけれども、堤防の構造をどうしていくのかということも大きな課題だと考えられます。後程、農工研で提案している内容についてはご紹介したいと思います。

#### 1-7 農地等の被災状況調査(32箇所)【スライド8】

今までは、ダム、ため池、パイプライン、それから海岸堤防と言った施設に関するものでしたが、今度は、農地の被災状況であります。これは宮城県の亘理・山元地区の写真で、先ほど申し上げた地区です。ここは昭和59年に、国営の農業基盤整備事業が終わった地区で、現地に行くと記念碑が建っております。地区内の排水路の末端には排水機場が設置されていまして、ポンプ排水に依存しています。また、山元地区を中心に国営の農地再編整備事業も実施されています。

亘理地区では、鳥の海という比較的浅い海岸に面した入り江に排水しています。この地域は、海岸部に多くの排水機場があることから解りますように、0m地帯とまではいきませんが、非常に標高の低い地帯に開けた水田地帯です。この土地改良区の範囲には約4,000haの農地がありますが、その内、相当面積の農地が津波の被害を受け、土壌がひび割れを起こしたりしてしまっていて、今年、作付けができたのは僅かに2割程度という状況になっています。といいますのは、被害の少ない水田であっても、末端の排水機場が被災していますので、用水を確保しても排水できないと水を掛けられないということで、排水が可能な比較的標高の高い地域にある約800haぐらいのみが作付けできているということです。残りの大部分の農地については、灌漑ができないために、土地改良区としては賦課金がとれないということになっています。これは新聞等でご承知かもしれません。

が、土地改良区の運営をどうやっていくのかということも問題になっているわけであります。海水をかぶった農地の復旧にあたりましては、まず、除塩を行うことが必要になります。私共も5月には除塩の工法について、インターネットや、あるいは現地での説明会により、情報をお届けしていたところですが、その後現地で、東北農政局が実際に除塩試験を行って、どういった工法が最もいいのかということ調査しまして、現在ではマニュアルも出来ております。ただ、まだ除塩にとりかかれないう地区もありますので、これからの三次補正予算の中でも取り組まれることになっています。ただ、これからの季節に除塩工事を行おうとすると、冬期水利権の問題があるのですが、そのところは河川管理者の弾力的な対応を期待したいと思います。

8月に仙台で農業農村工学会と農工研の共催で除塩のシンポジウムを行いました。その中で、圃場整備により用排水が分離され、水の制御ができる場所では除塩効果が高いという報告が土地改良区の方からなされました。今日はデータを示すことはできませんが、こういった点でもかんがい排水施設の重要性が認識された訳です。

先ほども言いましたが、この地域では、排水路の末端に排水機場が設置されていまして、それらのもっとも肝心の施設が被災すると言うことが現実になってしまったわけです。

5月の中頃だったでしょうか、現地の土地改良区の理事長さんを訪問したところ、ちょうど愛知県にある干拓地の土地改良区の理事長さんと電話をされていました。その土地改良区も、木曾三川の下流部にある干拓地が主体で、大部分が標高 0m 地帯にあるということで、日頃、おつきあいがなかったようですが、亘理地区の土地改良区に義援金を贈られたとのことでした。土地改良区間のネットワークの大切さについて、改めて感じた次第です。

#### 1-8 復興のための農地・施設の広域配置計画【スライド 9】

これは復興のための農地・施設の広域配置計画をどのようにするかということを検討したものです。ここで使われている技術は、全く新しく開発した技術ではありません。津波シミュレーションに使用した数値シミュレーション技術も、これまで農工研で行ってきた農地氾濫解析モデルを応用した技術を活用しています。こういう既存の技術を最大限に生かして、今回、津波の浸水範囲を推定したということ。もちろん津波の実際の浸水範囲は現地を細かに見ていけば分かるわけですが、こういったシミュレーションによって、堤防の高さとか農地や道路の配置をいろいろ変えて計算すると、具体的に考えることができるようになります。

私共は減災農地という概念を提案しています。一時期、減災農地というのは、言い過ぎじゃないか、農地を減災に使うのかということ、ある時はご指摘を受けたこともございました。ただ、極めて大きな津波に対しては、堤防を高くするという手法だけでは効率的ではなく事業費的にも問題が生じます。また、景観上も高さが 20m、25mの堤防の中で人が暮らしていくということが、いったいどうということなのかということもあると思います。そのため、第1線の堤防の高さを変えたり、農地の配置を変えたり、また、道路の配置や人の住む場所を検討して、それに対して津波浸水がどのようになるかということ、津波シミュレーションと模型実験で確認することになります。研究所の中に水理実験施設がありますので、シミュレーションと模型実験と双方を活用して、現地の土地利用や施設計

画をどうしたらいいのかということを検討していくわけですが、この模型実験で実際の津波の再現を見ましたけれども、スイッチを押してから4秒くらいで終わってしまいます。こういった結果を踏まえながら、地元の方々への相談や、住民が参画する復興計画の作成に貢献していきたいと思っております。

#### 1-9 津波被災地における地域づくりの支援活動【スライド 10】

これも津波被災地における地域づくりの支援活動ということで、先ほど申し上げた大船渡市のある集落に入っただけの説明会の写真です。実際に津波で大きな被害を受けた地域に対して、これからの復興計画をどうしていくのかを検討する時に、先ほど説明したような景観のシミュレーションと津波シミュレーションの検討結果を提供しています。このような検討ツールは、地域の合意形成や復興計画の整備案の作成の円滑化に役立っているようです。今の時点では、地域は非常に厳しい状況にあるのですが、いずれ、水産資源が豊富な村の中に道路を通して村外から人を呼びたいという意見もあります。じゃあその時に道路の路線、高さをどうするのか、また、こういう土地利用や施設計画の中で津波がどこまでくるのだろうかということもシミュレーションするわけです。整備前と整備後を対比していますが、色が赤くなるほど津波の高さが高いということで、青いほど安全だということになります。

地域の人は第1線堤の高さをどうするのかということも議論していました。その際、いろいろな選択肢がある訳で、例えば第1線堤は現況通りとし、その代わりに、集落の前に第2線堤として高土の道路を作って防御することも考えられます。その時に地域の景観がこうなるといのが上の景観イメージで、集落では、家の石垣が隠れるくらいの高さにしてくれとか、堤防をもっと高くした方がいいとか、いろいろな意見があったようです。いずれにしても、こういったビジュアルな形で、地域の方々にお示しすることで、参加者の合意形成を促していくという手法が効果的だと考えています。

#### 1-10 水田・畑における除塩対策【スライド 11】

このスライドは、水田、畑における除塩対策を示したものです。先ほど申し上げたように、下流の排水機場が被災したり、地盤が沈下したりしたため、まだ除塩工事にかかっていない地域も多く残されています。このスライドのケースで示しているのは、水田とそれからイチゴ畑です。ここ亘理地方は東北でも有数のイチゴ産地で、イチゴで農業を振興させていたところですが、このイチゴの栽培に地下水を使っていたわけですが、地下水に塩分が入り使えなくなった所が出てきました。そのため、水道水を使うとか、近くの水路から水を持ってくるしかないのですが、いずれもできない場合には、塩分を取り除く膜装置を使って地下水を除塩することを試みております。イチゴについては、畑の除塩と水の問題が一番大きいのかなと思っています。ちなみに、イチゴ農家の中には北海道の伊達に移転した人もいますが、地域の土地改良区の理事長さんは、やはり復興には時間軸が非常に重要だと言っておりました。そこに住む人の営農再開に向けていかに早く手を打つのが重要で、再開が遅れば遅れるほど、復興が難しくなる。そういった意味でも時間との闘いでも

あるようです。

それから水田における除塩につきましては、ここにポンチ絵で示しておりますけれども、縦浸透と横浸透の有効性の論議がありますが、いずれにしましても、除塩する際に大事なものは、かんがい排水施設です。水をきちっと掛けて、その水を排水する。この繰り返しです。やはり、こういう災害を受け早期の営農再開を目指す時に、かんがい排水施設の重要性が改めて認識させられたということになると思います。

#### 1-11 地下水が塩水化した地域における施設園芸【スライド 12】

これは、先ほど申し上げた地下水が塩水化した地域での使用を念頭に置いた施設園芸用の淡水化装置です。小型の機械ですが、とりあえずは実験室レベルの装置です。これに使われているのが逆浸透膜ですが、津波によって被災したハウスの水を安定して供給するために、維持管理費を含め試験中です。今、現地では、クリスマスに向けてイチゴの収穫期に入っていますが、こういった試験も行い支援にあたっているということです。

#### 1-12 農地土壌の物理的除染のための現地試験(1)【スライド 13】

次は、放射性物質の除染です。特にセシウム 137 という半減期が長い放射性物質をどうやって除染していくのかということが課題ですが、内閣府の科学技術戦略推進費を使って、農水省の委託研究として実施しています。今週の月曜日にも副大臣が私共の実証圃場にお見えになりましたけれども、私共は、土木的、物理的な手法での除染工事を試験的に実施しています。

ご承知かもしれませんが、放射性物質を取り除く、あるいは緩和するには3つの方法があります。1つ目は写真の様に物理的に除染する方法で、機械や人力で表土をはぎ取るという手法です。

2つ目は、セシウムと土中での動態が似ているカリウムを使って、いわばセシウムの競合相手をつくる手法で、肥料の一種であるカリウムをほ場内に散布することにより、作物への放射性セシウムの吸収を妨げようということで、化学的な除染と言えます。

3つ目は、一時期新聞等を賑わしておりましたが、ひまわり等の植物によって除染する手法で生物除染と言えます。

土と水を扱う農業工学分野にとっては、このような土木的、物理的な方法が専門ですので、物理的な方法を主体に試験を実施しております。

また、汚染された表土が目に見えて除去されると、風評被害を取り除く観点からも、有効な面があると思います。もともと、このはぎ取った表土をどう処理するのかということが課題として残されます。仮置場に運搬し、その後、中間貯留施設まで持っていくということになりますと、これまた大変な労力とお金がかかるわけで、減容化する試験研究も大事になってきます。

先ほど申し上げたように、農村振興局では、この度の三次補正予算によりまして、これから冬場にかかりますが、固化剤を用いた表土はぎ取り等の実証事業を、飯舘村を中心行っていくと聞いております。写真では、固化剤を用いた表土のはぎ取り試験の状況を示してあります。固化剤として

は、特に農作物に影響ないということで、マグネシウム系のものを用いております。

この固化剤は、元々、水田畦畔の漏水防止に使われていたものですが、今回は、ほ場全体にこの固化剤を吹き付けてから、ほ場の表面をはぎ取ります。最終的には 82%減少まで除染できるという結果が得られています。

なぜ、固化剤を使う必要があるのかと言うことに対して疑問を持つ方もいると思いますが、1つは施工管理がしやすいということです。はぎ取った所とそうでない所が見分けしやすい。それからパンをトースターで焼いた時のように、表面がパリパリとはがれ易くすることができます。それから表土の飛散を防止することにより、汚染拡大や作業員の被爆を避けることができるということで、ちょっとお金はかかりますけれども固化剤を入れた方が有利な場合があるということです。

そういったことから、特にセシウム濃度が高いほ場においては、固化剤を用いて確実に はぎ取る方法が有効ではないかと考えておまして、農水省のホームページにもこれらの試験のデータは公表されております。結果的に土壌中のセシウム濃度が 82%低減するとともに、土壌中のセシウム濃度と比例関係にある空間線量率も 46%に低減しました。

この除染工事では、施工性、安全性、確実性と共に経済性という要素が大事になってきます。

今回の試験段階で、大体 1m<sup>2</sup> で 700 円くらいかかります。しかし、これは、はぎ取って集積するまでの工程での費用で、その後、仮置き場や中間貯留施設まで運搬し、処理する費用は入っておりません。そのため、結果的に相当の費用がかかると思われますので、できるだけ確実に薄くはぎ取ることが求められます。環境省では、はぎ取り厚さ 5cm を標準としておりますが、この工法では 3cm まで減少させましたので、はぎ取り量は概ね 6 割減になります。このようにできるだけ効果的に除染してコストを下げていくという努力が大事になってくると思っております。

### 1-13 農地土壌の物理的除染のための現地試験(2)【スライド 14】

これは同じく除染方法の一つで、先ほどの例は、はぎ取る方法でしたが、水を利用して土壌を攪拌する方法です。汚染されたほ場において、代掻きにより表層土と水を攪拌し、その後、ほ場外に放流した懸濁水に凝集剤を入れて固液分離して、上澄みは環境中に排出しても問題ないというところまで浄化した上で放流し、残った固体部分を仮置場へ持っていくという手法です。現在は、先ほどの表土はぎ取りもそうですけれども、フレコンバッグというバッグに入れて、仮置きしています。こういった方法は、セシウム濃度が低いところで適用できるものと考えています。この工法の最大の特長は、農家レベルでもできることと、排土の排出量を少なくできることにあります。結果的にセシウム濃度の低減率は 36%程度でしたが、捨てる土の量が 5cm の表土を削り取った場合と比較すると 1/10 以下になるということで、これもひとつの選択肢として考えられます。

そのほか、農研機構全体としては、農工研以外でも調査や試験を行っていて、トラクターを使って、表土を反転して鋤き込む方法とか、先ほど申し上げた植物による浄化とかいろんなことを行っております。

ただ、現在、農家の方が、あまり放射能の影響がないと思って耕してしまった所では表土のはぎ取りという方法を使えないわけで、この場合にどうするのか等、いろんな耕作・地域条件に合わせた

形で除染を行っていかなければならないということが、課題になっております。また、新聞等でご案内のとおり、その時の仮置場をどうするのか、中間貯留施設の位置をどうするのかということなど課題も多く、まだ先がよく見えていないのが現状だと思います。

#### 1-14 農地の総合的な復旧技術の提案・支援【スライド 15】

最後のスライドになりますが、被災農地に対する総合的な復旧技術の提案・支援のフローになります。今後は、福島県の南相馬市の方でも復旧作業に入っていくことになると思いますが、ここでは、地域条件によって相当の異物が入っているようです。ヘドロとか堆砂だけでなく瓦礫等の異物が入り込んでいて、なおかつ塩分濃度も高いということで、このような農地をどう復旧していくのかということが大きな課題となっています。

そういった条件下で、地域の将来の農業や生産基盤の姿をどう描いていくのかと言うことを、東北農政局や福島県、地元の方と、話し合っていくことが求められています。農地等の復旧作業を確実に進めると同時に、将来、発生する可能性のある津波からどう地域を守っていくのかということも、技術面からフォローして行かなければなりません。以上が現地の状況なり私共の災害対応の状況です。

#### 2-1 農業・農村の姿【スライド 16】

少し話は変わりますが、最近の農業農村の状況についてお話をさせていただきたいと思います。

この資料には、小さな文字でたくさん書いてあって見づらいたと思いますが、東日本大震災に関する部分を除いて、私が今年の2月に農村振興技術連盟のフォーラムで講演した内容をそのまま使っております。

首都圏にいますと、北海道産の農産物に対して大変良いイメージを持っています。同じ様なものが並んでいても、どちらを買うかというときも多少高くとも北海道の農産物を買います。もちろん、私が多少なりとも北海道に縁があったせいかもしれませんが、一般的に、農産物に対する消費者の安全や高品質への志向は強いものがあると思います。

また、最近では、農業生産の法人化が進んでまいりました。このことによって、農地の集積が進むとともに、若年者の新規就農も可能になってきています。最近の若者の間では農業・農村への関心が深くなっているようです。ただ、こういった農業に対するプラスの要因があると同時に、マイナスの要因もあります。農村の高齢化とか人口減少、それから耕作放棄地の増加等です。また、国際社会を巡る動きも見逃せません。最近、地球上の人口が70億人を越えたということが話題になりましたけれども、2050年には91億人になるという国連の推計があります。さらに、気候変動など地球規模の環境問題、水問題もありますし、それから農産物の自由化の問題もあります。

この資料は、そのような情勢の中で、これからどのようにしたら農村を元気にすることができるのかと言うことを、今年の2月、震災前にまとめたものです。特に私が申し上げたいのは、あまり悲観的な話ばかりで頭を悩まして、そこで思考停止してはいけないのではないかとということです。根拠のあるプラスの側面、強みを伸ばしてマイナスの影響をできるだけ小さくしていくということが大事な

ではないかなと思います。

先日の日本農業新聞に載っておりましたけれども、北海道の高橋はるみ知事も、農業が地域経済の核であると言っています。農業算出額の GDP に占める割合が 1%程度しかないといったという話もありましたが、ここにありますように農業の産出額は、2008 年で 8 兆 6,500 億円です。また、これに関連して、農業とつながりが強い食品製造業の出荷額が 38 兆 3,000 億ありますし、食や地域と密接な関係にある観光業などは入っていませんので、やはり農業は地域経済の核と言ってもおかしくないわけです。

そして、農業・農村の将来への展望ですが、シンプルなことのようにですが、やはり農産物の生産量を増やす、品質やその評価を高める、生産コストを縮減する、そして、人口が減少してまいりますので農産物や加工品の需要を拡大していくこと、この4つが農業振興の原点なのかなと考えます。

そう考えた時に、平地農業地域、中山間地域、都市近郊地域とそれぞれの地域でどのような農業展開が考えられるのかということ整理したものがこの表です。

いわゆる6次産業化の話とか、規模拡大、農地集積という言葉が、震災の復興計画やそのほかいろんなところに出ておりますが、行き着くところはこういうことなのかなと思っております。

農業というのは、地域に縛られた資源を使う産業です。地域資源という言葉がよく使われますが、農地、水、あるいは人、技術という資源は移転させる、すなわち遠くの地域に持っていくことはできません。愛媛で栽培したミカンを台湾、あるいは中国に持って行ってジュースを作る企業はないのでしょうか。地域に根付いた資源を使って地域にお金を落とすとしていく、お金の循環を高めていくということが大事な発想だと思います。

## 2-2 農村地域の経済社会の状況(山形県村山地域)【スライド 17】

これは山形県の村山地域における、市町村別人口、総生産、製造業生産、農業生産の経年的な推移をグラフにしたもので、2年前のデータで整理したものです。1990 年を基点にして、いろいろ指標が大きく変化していますが、これから分かるように同じ地域内でも町村ごとに大きな格差が出ています。

また、景気の変動が地域経済に大きな影響を及ぼしています。この中には、地域経済を公共事業で支えている地域もありました。公共事業が大幅に減っておりますので、その影響もあるのだろうと思います。こういう地域経済の状況にあります。

## 2-3 農業生産性と地域経済指標【スライド 18】

この図表は、地域の中でお金を回していくということが、どういうことなのかということを表したものです。横軸に戸当りの生産農業所得、縦軸に一人当りの卸小売販売額を入れてあります。これは高知県の例ですが、戸当り農業所得が多ければ多いほど、地域の商店等での小売販売額が大きくなっています。グラフの上の方にある室戸市というのは、昔からの漁業の町でその面から小売販売額が多くなっていると思いますが、いずれにしても所得が多ければ多いほど、地域経済の中でお金が回るということでもあります。

今回、東北の復興を考える時、1995年の東北地域の産業連関表を見ますと、東北地方で加工用の農産物を作っても、東北地方の中ではあまり加工されていません。首都圏等に運ばれて加工されていたりするので、東北にお金が残るのは4割程度と推計されています。残りの6割は、首都圏などにお金がいっている訳です。

いま、6次産業化の推進が盛んにいわれておりますが、地域で付加価値を高めて地域にお金を落とす、付加価値を高めて地域内や都市に買っていただくことで、地域内でのお金の回しをいかに良くしていくのかということが、ポイントだと思っています。基本的には、このようにして農業生産や地域所得を高めることが必要だと思います。

#### 2-4 地域の生産・所得指標と人口・就農者数【スライド 19】

一番左の表は、山形県市町村における生産所得と人口諸指標との相関関係を表したもので、非常に相関係数が高くなっております。一人当りの総所得と人口をみると、総所得が多い市町村ほど人口減少率が低くなっています。真ん中のグラフは、昨年11月の「農業」という雑誌から引用したもので、北海道の黒澤さんがまとめたものです。その中で就農傾向と収益力の関係、それから後継者確保の方策としてどんなことが考えられるのかというアンケート調査の結果が載っておりました。

横軸に戸当りの生産農業所得、縦軸に100戸当りの就農者数を表しています。結果的には所得が多ければ多いほど就農者数も多くなっているということが、データに表れています。右の表の後継者確保の方策に関するアンケートの結果では、所得、労働時間、それから休みなどが大きな要素となっていることが分かります。

私は、若い人が地域で農業を行い、あるいは農村に住むというのが、本当の意味での地域の活性化だと思います。活性化というとなんとなく元気になるというイメージがありますが、やはり若い人が定住してこそ地域の活性化が進むと思います。そして、そのために農業をどうしていくのか、また、生産基盤をどうしていくのかということを考えなければならぬだろうと思います。

#### 2-5 地域経済における農業と関連産業【スライド 20】

これも似たようなグラフですが、山形県の市町村における充足率と人口増減の関係を示したものです。自分の地域で付加価値を付けて所得を生み出している金額が多いほど、人口減少が抑止されているということを表したもので、まさに地域経済に活力があるほど地域に人が住むという傾向を示しています。定住は、人の価値観や生きがいなど、所得だけに左右されるものではないとは思いますが、やはり地域で所得を稼げるのが人口維持にとって重要な要素になるという傾向を示していると思います。

右の表は、食品関係工業出荷額の上位10都道府県を表したもので、食品工業出荷額の上位10都道府県を表しており、額からすると静岡県が1兆9,000億が最大です。ただし、工業出荷額全体に対する食品工業出荷額の比率をみると、一番右の表の方ですが、鹿児島県、北海道、沖縄県、宮崎県が上位を占めています。これらの県では、TPPに反対していると新聞報道されていることと符合します。

特に、農業のみならず農産物を活用した食品関係工業の出荷額が、製造業全体の中で占める比重が高いところにあっては、品質の良い農産物をたくさん生産できるように、あるいはそれを使って6次産業化が進展して地域に金が回るようにするためには、やはり、生産基盤をきちんと整備していくことも必要になってくるだろうと思っております。

#### **2-6 地域の将来人口予測と社会資本の維持管理費の試算例【スライド 21】**

このスライドは、地域の将来人口予測と社会資本の維持管理費の試算例を示しています。これも山形県の例ですが、ある町で、将来、人口が減った時に、地域の簡易水道を例にとり、あるいは道路や下水道もそうだと思いますが、水道施設の維持管理費が将来どのくらいになるのかということシミュレーションしたものです。

N町というのは、山形から1時間くらいの町で山形市の近郊とも言える町なのですが、簡易水道の住民負担額を変えないという前提でいくと、町の持ち出しが30年後に30倍以上になり、町の財政に深刻な影響を与えることが予測されています。このように、地域の将来人口の減少は、社会資本ストックの維持管理に大きな影響が出て来ると言うことも問題となってきます。

#### **2-7 農家・地域所得向上のための技術(例)【スライド 22】**

これは農家・地域所得向上のために必要な技術をまとめたものです。縦の方に、収量を上げる、品質やその評価を上げる、生産コストを下げる、また、それらにより農産物・加工品の市場拡大を図るという項目を、横に生産基盤、品種、栽培技術など、縦の項目のために必要な技術を表しています。農家や地域所得の向上を図るためには、いろいろな技術を駆使して地域が一体になって総合的に取り組んでいかなければならないと思います。農業の基本は、人と技術と地域資源である農地、水ですから、これらを基本に、安定した地域経済を作っていくことが必要だと思います。それに加えて地域の安全の確保、それから健全な地域コミュニティ・環境という相互に関係する3つの要素が一つの輪になって、最終的に安定した農業・農村を形作ることができる訳です。これらを地域、地域でどうやって具体的に取り組んでいくのかということが、大事になってくるだろうと思っております。

#### **2-8 ほ場整備の効果【スライド 23】**

このスライドは圃場整備の効果を示したものですが、時間の関係もあり、今回は省略させていただきます。

#### **2-9 地下水位制御と大豆・小麦の収量の関係【スライド 24】**

この資料は、私共が民間企業と協力して開発した地下水位制御システムと大豆などの収量の関係を説明したものです。先ほど若干、米の話をいたしました。ほぼ自給率100%の米に対して、小麦・大豆になると自給率が5%、あるいは数%であります。しかし、考え方によっては現在の自給率が5%しかないと言うことは、あと95%の伸びが見込めるとも言える訳です。現下の情勢を踏まえると、麦・大豆の生産力を高める方向で農業の体質強化を図っていく必要があるだろうと思

ます。そのためには、こういったシステムを使って水を制御していくことが重要で、この結果として、裏作としての大豆や小麦など作付けの自由度が増すことが可能になり、土地利用率を上げることができます。先週、山口県に行ってきましたけど、県では 140%程度まで土地利用率を上げたいと言っていました。そのための基盤整備の方法として、特にこの地下水位制御システムをどのようにして導入していくのかということをお聞かせいただきました。

やはり、このような技術を使って農業を力強くしていくこと、生産量を増やし、品質も上げていくことが必要になります。小麦の場合には排水改良も不可欠です。今行われている、土地改良長期計画に関する審議会の資料の中では私共のデータが載っておりますけれども、その中に、北海道の米作地域における暗渠の基盤整備率と、小麦のタンパク質含量との関係がどうなっているのかを調べたものがあります。そのデータは土地改良長期計画の資料としてホームページにも載っておりますけれども、基盤整備が進んだほ場では、そうでない地域に比べ作付けされた小麦のタンパク質含量が高くなるというものです。土地改良を行うことによって、大豆や小麦の収量・品質を上げる可能性が高まることができるといえる例になります。

## 2-10 土地利用型農業における農家・地域所得の向上【スライド 25】

土地利用型農業における農家・地域所得の向上についてお話しします。先ほどの続きになりますが、この表は、地下水位制御を導入したほ場における作付けパターンを示しています。これは、全農の大西さんという方が作った資料です。もちろん地域によって異なりますが、農家の方が一番評価するところは、地下水位を制御することにより、計画通りの営農が可能になるという点にあるようです。要は頭に描いた営農計画、すなわち、こういう営農をやればこれだけ所得が見込めるという営農を可能にするためには、やはり基盤整備を行うことが不可欠だと言うことが地域の声としてあります。

下のグラフは、北関東における輪作体型と農業所得との関係をシミュレーションしたものです。こういう農業経営が成り立つためには、肥料とか農業機械投資も必要になりますが、それとともに、必要な基盤整備とその技術を確立していかなければならないと思います。先ほどの地下灌漑システムもそうでありますけれども、これを整備するためには、10a あたり 20 万円から 30 万円の費用が必要といわれております。それを5年据置き 20 年償還の金融公庫資金を借り、農家負担率を 5 パーセント、利率を 5%と仮定し試算すると、10a 当たりで年に約 1,100 円の償還になります。長い資金の借入れは嫌う人もいるかもしれませんが、戸別所得補償での固定支払いが 10a 当たり 1 万 5,000 円ありますから、基盤整備の効果を踏まえて、1,100 円程度は土地改良に投資すればどうなのかという選択肢もあり、検討していく価値はあるものと思っております。

## 2-11 災害に強靱な社会インフラ【スライド 26】

これは災害に強靱な社会インフラの概念を示したものです。学術会議の中では地球環境の変化、いわゆる気候変動に対応できる能力とは何かを求めており、第4期科学技術基本計画でも災害に強い強靱な社会インフラの再構築とっております。けれども、災害に強靱な社会をどうやっ

て作っていくのかということになると、私共の持つ技術や人材をどのように活用していくかが重要な因子となります。今、土地改良長期計画の見直し作業をやっておりますけど、リスク管理という言葉がよく使われています。時間が無くて詳しく説明は致しませんが、すでに蓄積された大きな技術力を最大限に活用しながら、リスク管理を効率的に行っていくことが大切になってくるのかなと思っております。

## 2-12 農業水利施設の平常時管理と防災・減災【スライド 27】

それから防災・減災と平常時の管理ということをもとめてみました。

私が、農業水利施設管理室に居た時に、農業水利施設保全対策事業という制度を作った記憶がございます。それは早期発見、早期治療ってことでストックマネジメントの走りになる制度でございました。翌年には国営の農業水利施設保全対策事業ができて、今のストックマネジメントの基礎になる取り組みが行われてきたわけですが、その時にストックマネジメントというと、どうも平常時のことだろうということで、防災・減災と平常時の管理をどうリンクさせていくのかということが議論になりました。簡単にまとめていますが、やはり防災・減災と連動した施設管理、あるいはストックマネジメントが大事になってくるだろうということがございます。

## 2-13 まとめ【スライド 28】

最後にまとめでございます。先ほどから申していることの繰り返しになりますので詳しくは説明しませんが、現在、日本農業にとって、震災や TPP 等いろいろと大きな問題が山積しており、ある意味、今が峠なのかもしれないと思っています。

その中で、やはり共通軸というのは安定した地域経済、それから安全・安心の確保、健全なコミュニティ・環境。この3つの要素を、いかに全体にとって最適化していくかということに尽きるだろうと思っております。もちろん、基盤整備、農地、水といった資源の重要さというのはいうまでもありません。それは今回の震災においても再認識させられたところだと思います。そういった意味で研究者、技術者、この協会の会員の皆様も、お互いに情報交換、あるいは連携しあって農業、農村の再生に力を尽くしていければと思っております。

どうも長時間にわたり、ご静聴ありがとうございました。

平成 23 年度 第 1 回土地改良研修会

講演 農業施設の被災と復旧・復興

【当日配布資料】

開催日時 平成 23 年 11 月 18 日 13:30～16:30  
会 場 **KKR** ホテル札幌 5F 丹頂  
主 催 一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会



# 農業用施設の被災と復旧・復興

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

高橋順二

平成23年11月18日



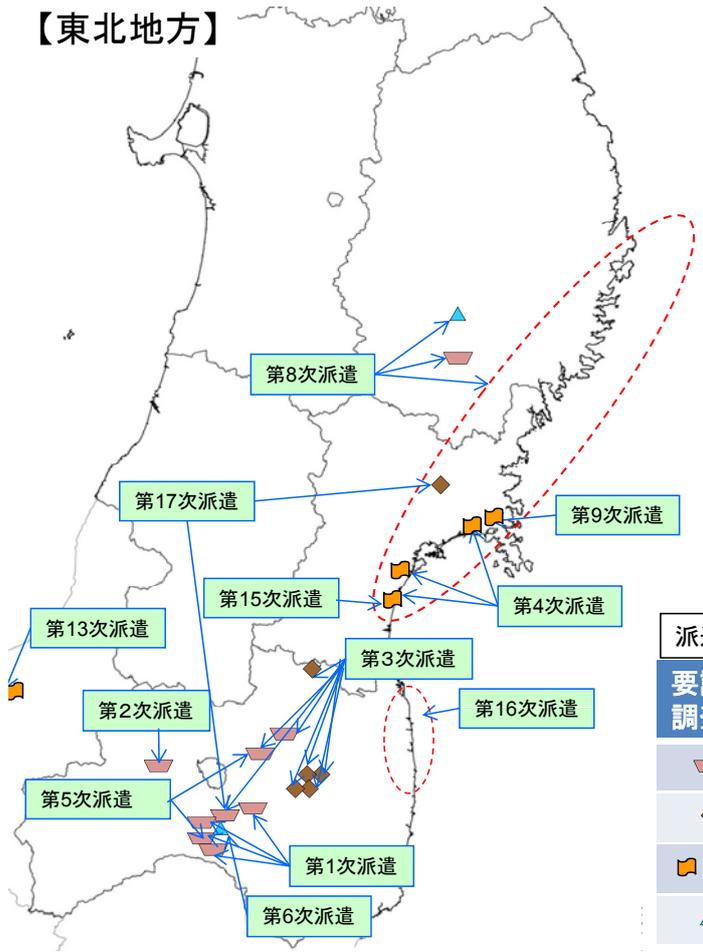
農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

## 1-1 農工研の東日本大震災への対応

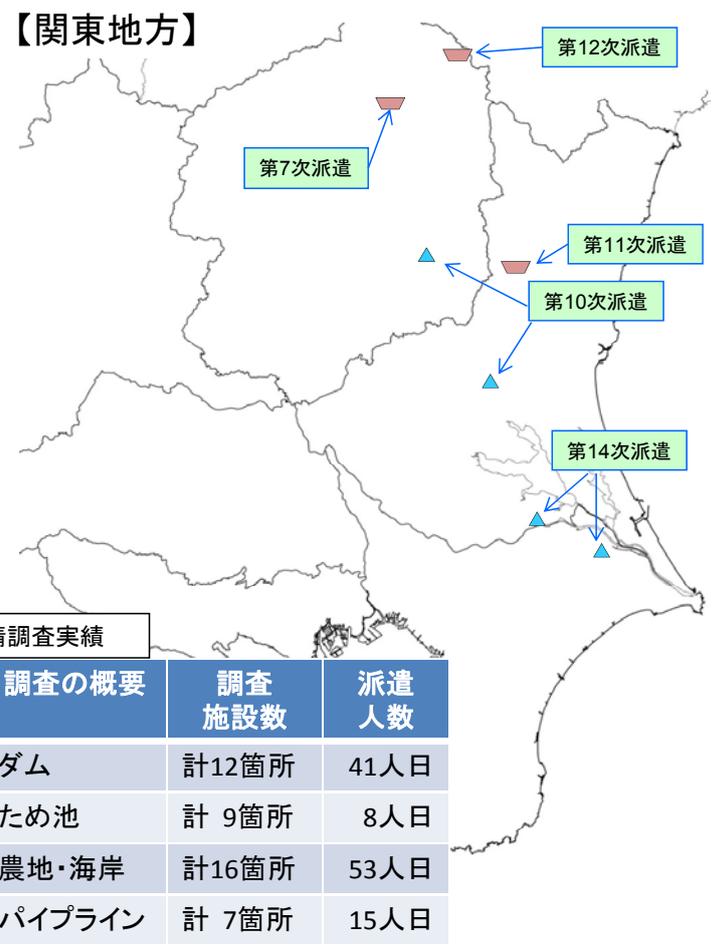
- 発災直後から国の要請等により農地・農業用施設の被災調査に総力で対応し、二次被害防止のための緊急的な対策を提言。
- 現地調査・分析を加え、施設の緊急点検・復旧方法、農地の除塩対策、パイプライン等の復旧に有効な技術等について、現地での技術支援やホームページで広く情報を公開。
- 今後とも、早期の営農再開や農業復興に向けて、数値解析技術や実証試験等に基づき、減災による農地・施設の配置計画、水田・畑の再生、復興地域づくりのための合意形成、農地土壌の除染等について重点支援。

# 1-2 農水省からの要請に基づく専門家派遣箇所

【東北地方】



【関東地方】



派遣要請調査実績			
要請調査	調査の概要	調査施設数	派遣人数
	ダム	計12箇所	41人日
	ため池	計 9箇所	8人日
	農地・海岸	計16箇所	53人日
	パイプライン	計 7箇所	15人日

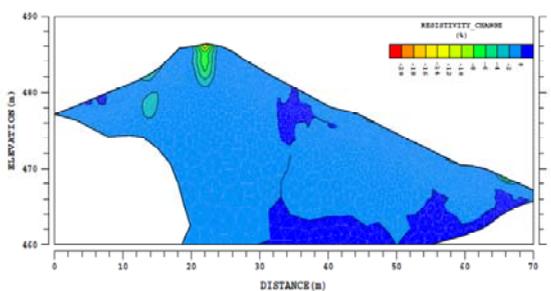
# 1-3 ダムの被災状況調査(15箇所)



■三ツ森池の亀裂(福島県)  
天端部の亀裂の発生と法面の崩壊



■亀裂深度の探査  
電気探査による亀裂深度の調査



■電気探査を使った堤体亀裂解析による診断  
比抵抗の変化割合(%)を示す。暖色が亀裂の主要部分を示す。

	調査の概要	調査延べ施設数	派遣人日数	要請	次・回数
要請派遣	ダム被災状況調査(福島, 栃木, 岩手, 茨城県)	12箇所	計41人日	農村振興局	第1,2,5,7,8,11,12,17次
技術支援調査班	ダム被災状況調査(福島県)	3箇所	計10人日	農工研自主調査	3回

# 1-4 ため池の被災状況調査(11箇所)



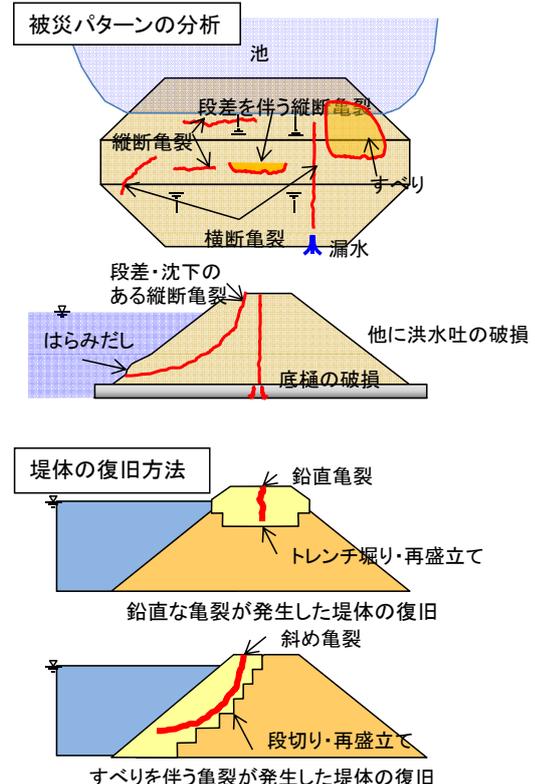
■青田新池の決壊状況  
ため池堤体が決壊し下流の農地に大きな被害が発生



■均一型ため池  
今後、決壊等の被害が拡大しないように、貯水位管理の方法や漏水、変形などの堤体監視方法について技術指導を実施



■打合せ  
現地調査を行った施設の被災状況及び今後の対応方針について、国・県の職員と意見交換



	調査の概要	調査施設数	派遣人日数	要請	次・回数
要請派遣	ため池調査(宮城,福島県)	9箇所	8人日	農村振興局	第3,17次
技術支援調査	ため池調査(福島県)	2箇所	21人日	農工研自主調査	2回

# 1-5 パイプラインの被災状況調査(15箇所)



くまどがわ

■パイプライン(限戸川農業水利事業)  
埋戻し土の液状化により、パイプラインが浮上し、蛇行や不陸が発生特に分水工などの構造物周辺で被害は大きい  
パイプラインを敷設した路面の陥没・亀裂の発生



■被災の状況  
パイプの不同沈下によって広範囲に湛水している



継ぎ手部の移動状況=大きく抜け出している



■打合せ  
被災状況を踏まえて、復旧工法や被災判断基準について、国の職員と意見交換

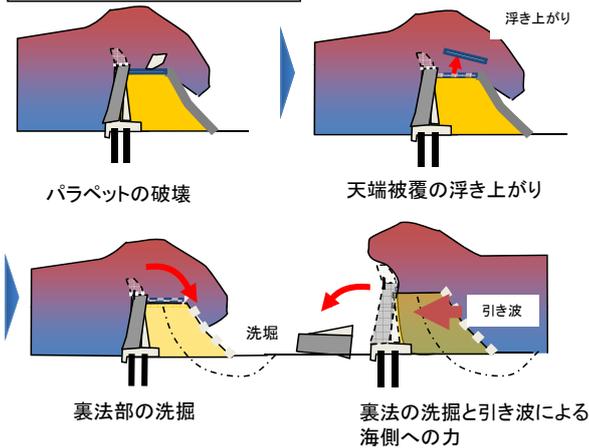
	調査の概要	調査地区数	派遣人日数	要請	次・回数
要請派遣(パイプ)	パイプラインの被災状況調査(千葉,茨城,栃木県)	5地区	12人日	農村振興局	第6,8,10次
要請派遣(液状化)	液状化に関する被災調査(茨城県・千葉県)	2地区	3人日	農村振興局	第14次
技術支援調査	水路・パイプラインの被災状況調査(千葉,茨城,栃木県)	4地区	12人日	農工研自主調査	4回
技術支援調査	液状化に関する被災調査(茨城県・千葉県)	4地区	14人日	農工研自主調査	2回

# 1-6 農地海岸施設の被災状況調査(28箇所)



おっぱがわ  
 ■ 海岸堤防および背後農地(宮城県追波川沿岸農地)  
 海岸堤防の決壊による農地の湛水と流失

推定される堤防の破壊過程



■ 海岸堤防及び背後農地  
 海岸堤防の決壊による農地への  
 ゴミ集積と広範囲の湛水状  
 況を確認

	調査の概要	調査地区数	派遣 人日数	要請	次・回数
要請派遣	農地海岸調査(宮城,岩手県)	5地区	27人日	農村振興局	第4,8次
技術支援調査	農地海岸調査(宮城,岩手福島,茨城県)	23地区	117人日	農工研自主調査	4回

# 1-7 農地等の被災状況調査(32箇所)



■ 宮城県亙理山元地区  
 津波によって冠水した農地に多量の瓦礫が浮遊  
 地震と津波によって破壊された排水機場



津波により塩分や土砂が堆積した農地で  
 土壌採取とEC簡易測定の実施



塩分が集積した被災農地の表面

津波被災農地の塩害リスク評価・対応策

6月16日  
 7月19日  
 塩害の深刻化

中干し実施  
 や用水不足

不適切な水管理による塩害の助長などに対する  
 圃場や用水施設の条件の把握

軽微な塩害      塩分は同等  
 違いは?      甚大な塩害

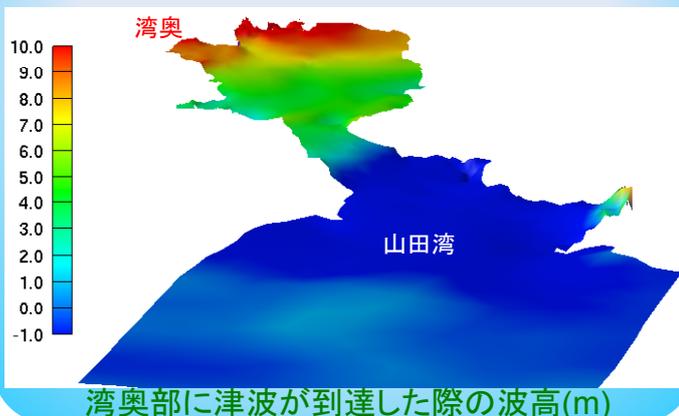
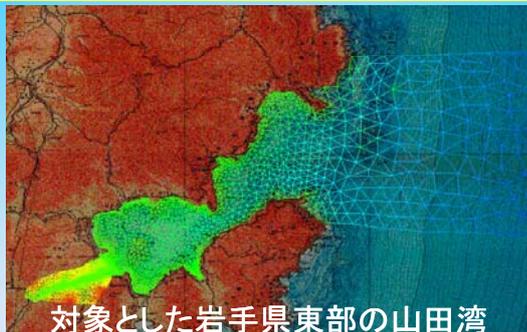
総合的な土壌・圃場条件による  
 塩害リスク評価と対策技術の確立

	調査の概要	調査地区数	派遣 人日数	要請	次・回数
要請派遣	農地調査(宮城,福島県)	11地区	26人日	農村振興局	第9,13,15,16次
技術支援調査	農地調査(宮城,福島,茨城県)	21地区	75人日	農工研自主調査	14回

## 1-8 復興のための農地・施設の広域配置計画

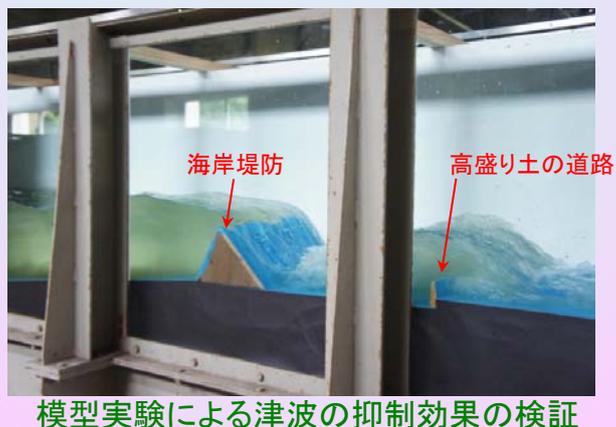
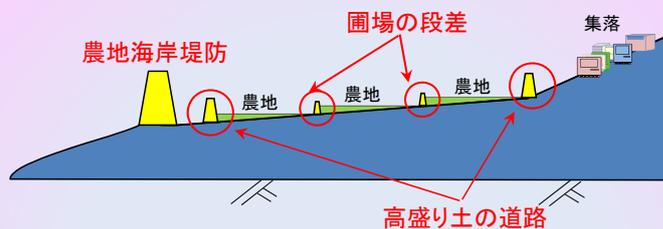
数値解析により津波を再現し浸水範囲を推定。この結果と模型実験により農地・施設の津波遡上抑制効果を検証し、広域的な施設配置・土地利用計画の策定に貢献。

数値シミュレーションによる津波の再現



模型実験による農地・施設の津波減勢能力の検証

津波から集落を守る農地・施設配置案



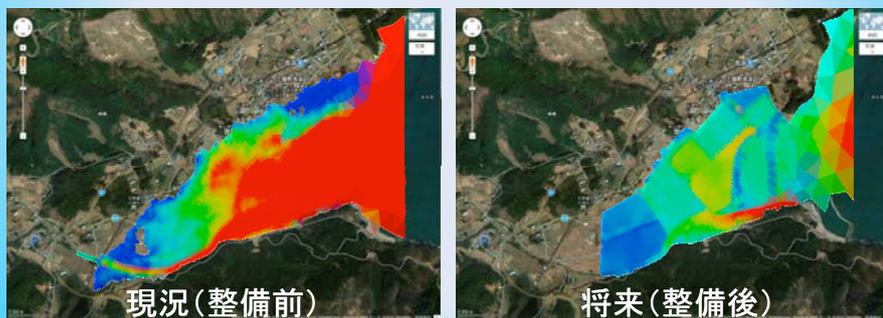
## 1-9 津波被災地における地域づくりの支援活動

集落内の施設整備にあたり、シミュレーションによる整備後の景観イメージや津波浸水範囲を提示することで、住民の合意形成を支援。

整備前後の景観イメージと浸水範囲・水深の提示



整備前後の景観イメージを提示



数値流体力学により、整備前後の浸水範囲と水深を提示

住民の合意形成を支援



複数の整備案を提示し、住民の合意形成を支援  
(復興計画作成に研究成果を活用)

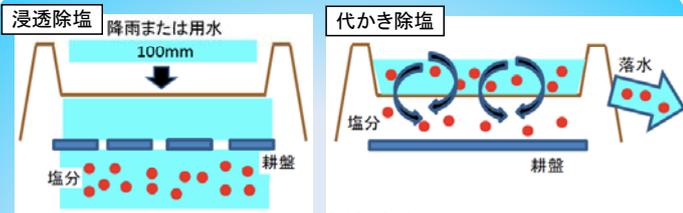
集会で出された意見

- ▶ 家の石垣が隠れるぐらい、堤防を高くしたほうが良い。
- ▶ 将来のイメージを目にして、元気が出てきた。

# 1-10 水田・畑における除塩対策

農地の塩害からの速やかな復旧のため、水田とイチゴ畑を対象として、対策手法の策定、モニタリングを実施。

## 水田における除塩



策定した除塩指針の例



被災水田の調査



除塩して作付け

- ▶ 浸透除塩と代かき除塩に大別され、暗渠のあるなし等に応じた除塩指針を策定。
- ▶ 研究者と国・県による検討会等を実施。
- ▶ 計画的除塩に向けて必要水量等を検討。
- ▶ 地下水位制御システム「FOEAS」の活用を検討。

## イチゴ畑における除塩過程のモニタリング



対象としたハウス



センサーによる測定

- ▶ 深さ毎の塩分濃度・土壌水分を連続測定中。
- ▶ ヘドロを除去し、6月上旬にハウスのビニールを外し、降雨による除塩を実施。
- ▶ 砂質土は、火山灰土よりも除塩が進みやすく、40mm程度のまとまった降雨で除塩が進行。
- ▶ イチゴの栽培時期（9月定植～12月以降収穫）に地下からの塩分上昇をモニタリングし、次年度以降の営農計画を支援。

# 1-11 地下水が塩水化した地域における施設園芸

井戸水が塩水化した地域において、かんがい用の淡水の確保のために逆浸透膜の導入試験を実施。

## 津波によって被災したハウス施設



被災したイチゴハウス



土壌の塩害、地下水の塩水化が見受けられる

## 逆浸透膜の導入試験



堆積物の除去、土壌の除塩とも完了したが、地下水が塩水化し、かんがい水として利用できない。



逆浸透膜(左図)により、汲み上げた地下水の淡水化を試験中。

- ▶ 地下水のNaCl濃度が0.3%以下の場合、逆浸透膜装置を除塩に適用できる可能性が高い。
- ▶ 連続稼働のために、効率的なメンテナンス方法を検討。

# 1-12 農地土壌の物理的除染のための現地試験(1)

科学技術戦略推進費による農水省の委託研究

福島県飯館村にて、酸化マグネシウム系の固化剤を農地に吹き付け、表土の削り取りを実施。農地の放射性セシウム濃度は82%低減。

## 固化剤を用いた表土削り取り試験



固化剤を農地に吹き付け



固化後(7~10日後)に表層土を削り取り

## 試験結果と今後の計画

9,570	13,470	4,350
10,610	5,630	17,600
4,580	8,280	7,660

試験前 平均 9,090Bq/kg

578	6,140	823
735	2810	312
1398	1419	872

試験後 平均 1,671Bq/kg

セシウム濃度が82%低減

## 結果の概要と今後の計画

- ▶ 農地の放射性セシウム濃度は9,090Bq/kgから1,671Bq/kgへ82%低減、空間線量率は7.76 $\mu$ Sv/hから3.57 $\mu$ Sv/hへ46%低減。
- ▶ 固化剤を散布することで、除染が効果的に実施可能。
- ▶ 農地表面を効率的に収集する方法、および機械の改良と方法の開発が必要。

# 1-13 農地土壌の物理的除染のための現地試験(2)

科学技術戦略推進費による農水省の委託研究

福島県飯館村の水田にて、浅く表層土壌を攪拌した後、濁水を凝集剤により固液分離し、土壌のみを排土する試験を実施。排土量は少ないが、セシウム濃度の低下率は36%。

## 水による土壌攪拌(浅代かき)・除去試験



第1 STEP  
表層土壌を浅く攪拌



第2 STEP  
濁水をポンプで沈砂地に排出、併せて凝集剤を添加



第3 STEP  
土壌と水を分離  
上澄み液は、環境中に排出可能  
土壌は乾燥後仮置き場に移動

## 試験結果と今後の課題

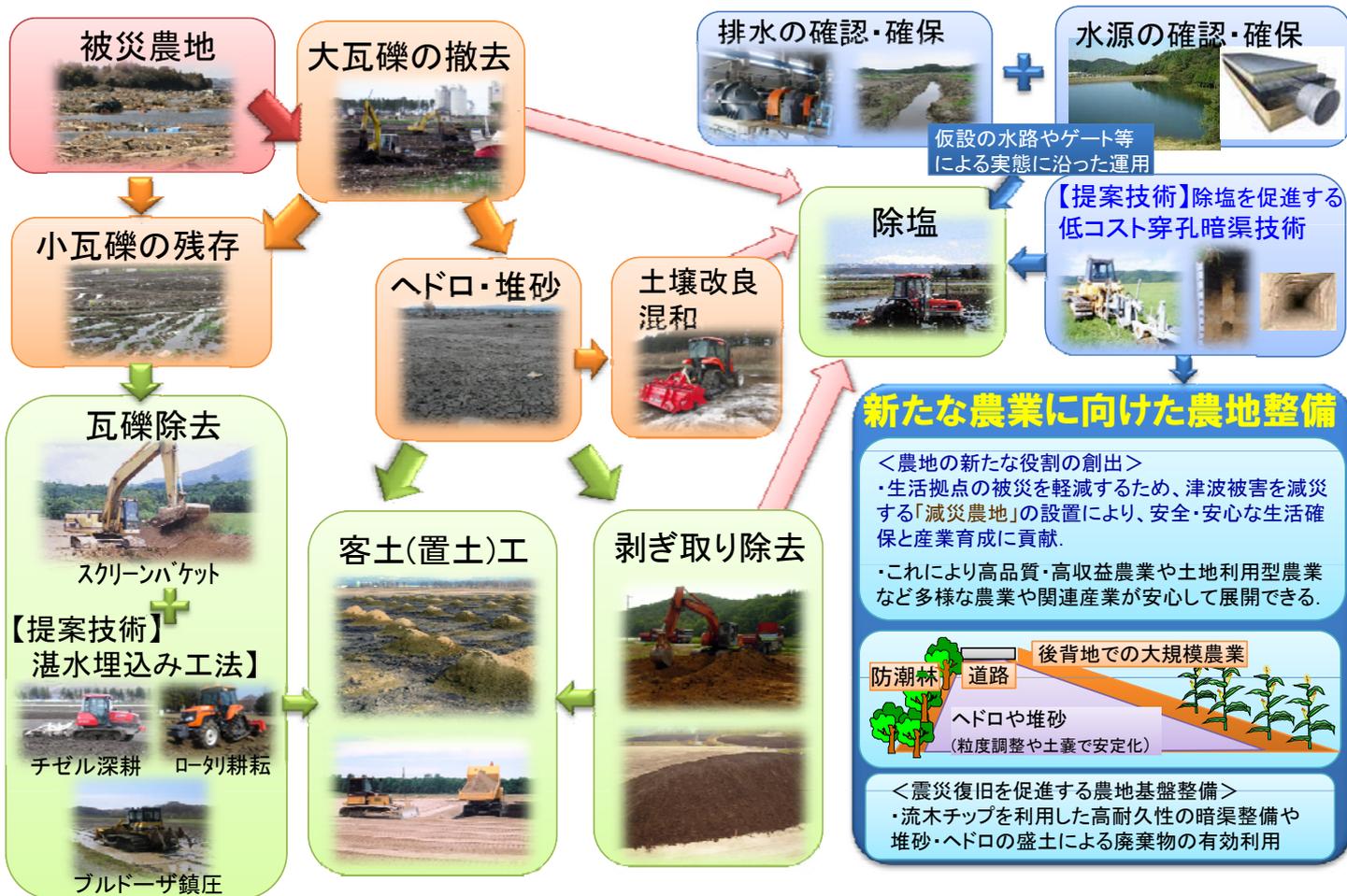


固液分離後の上澄み液

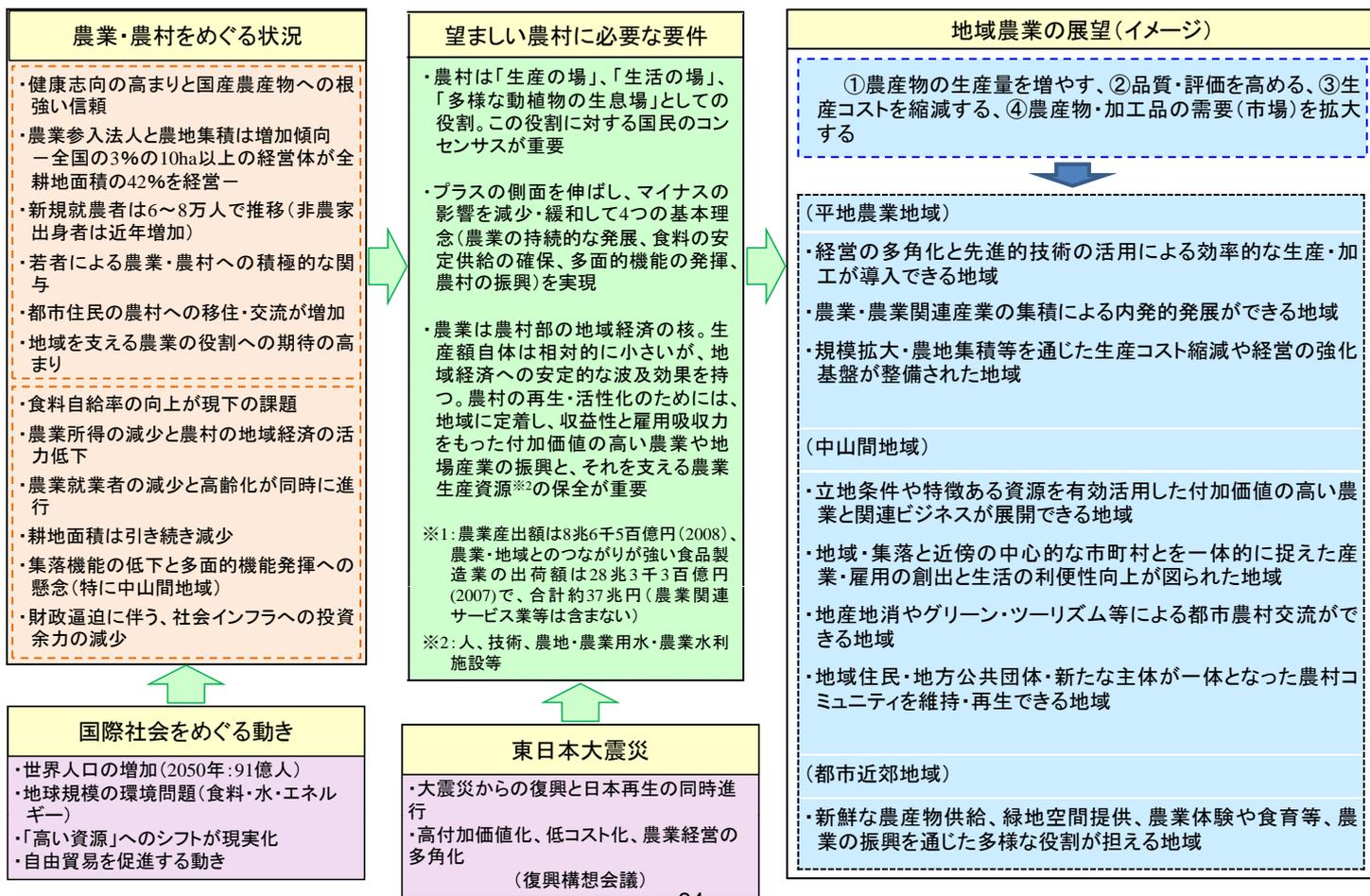
## 結果の概要と今後の課題

- ▶ 農地の放射性セシウム濃度は15,254Bq/kgから9,689Bq/kgへ36%低減、空間線量率は7.55 $\mu$ Sv/hから6.48 $\mu$ Sv/hへ14%低減。
- ▶ 排土量は、5cm表土の削り取った場合と比較すると1/10以下。
- ▶ 上澄み液の放射性セシウム濃度は、検出下限値以下で極めて低く、環境中への排出が可能。
- ▶ 高濃度濁水の効率的な排水方法の検討が必要

# 1-14 農地の総合的な復旧技術の提案・支援

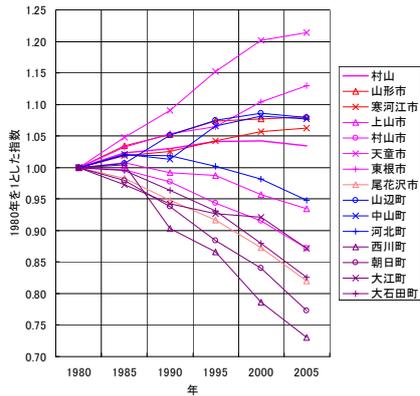


## 2-1 農業・農村の姿

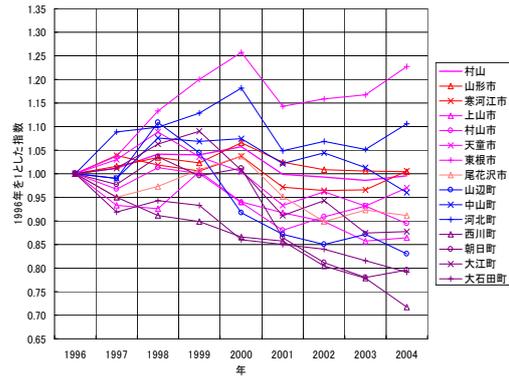


## 2-2 農村地域の経済社会の状況(山形県村山地域)

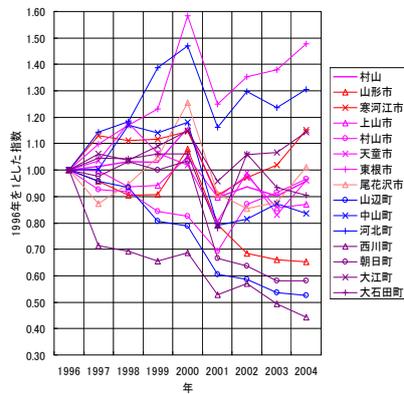
市町村別の総生産額等は、景気の変動(ITバブル等)、農産物価格の低迷等の影響がみられ、市町村別の指数の開きが大きくなっている。



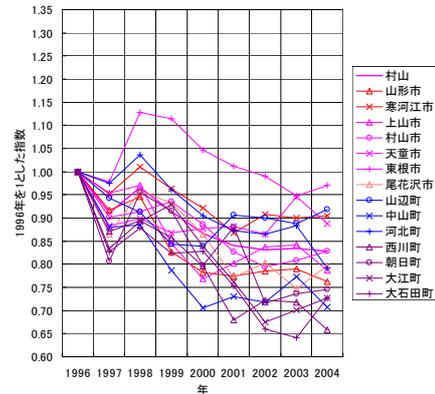
村山地域の市町村別人口の推移



村山地域の市町村別総生産の推移



村山地域の市町村別製造業生産の推移

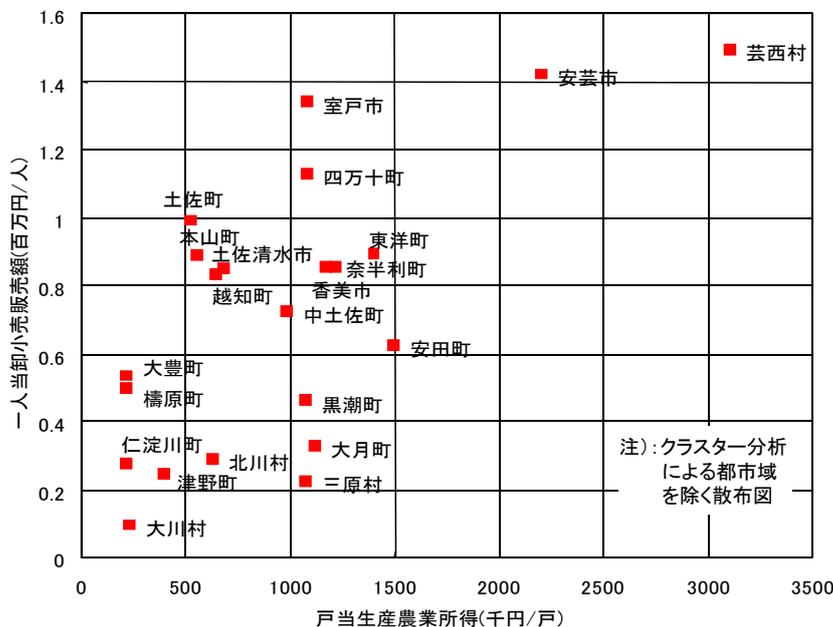


村山地域の市町村別農業生産の推移

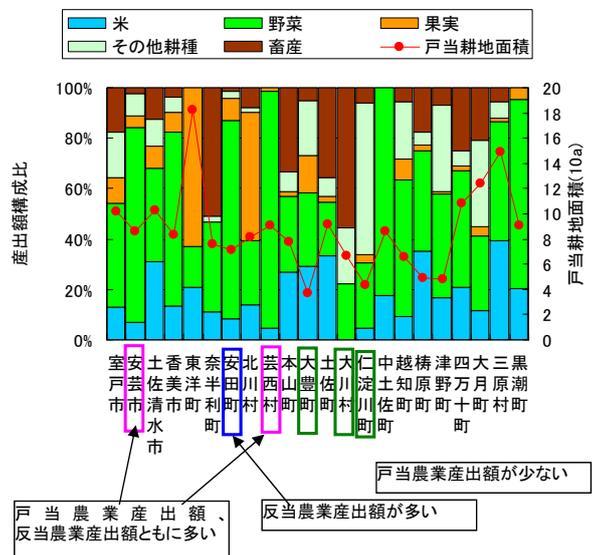
## 2-3 農業生産性と地域経済指標

高知県においては、農業生産性指標(戸当たりと10a当たりの生産農業所得)と1人当たり卸小売販売額との相関は、かなり強く、農業と商業活動の密接な関係(地域経済における農業のインパクトの大きさ)がみられる。作目別では、野菜生産が盛んな市町村の農業所得・小売販売額が多く、地域経済循環に寄与。

相関係数:0.723



### 作目別農業産出額 (高知)



## 2-4 地域の生産・所得指標と人口・就農者数

### 市町村の生産・所得と人口との関係

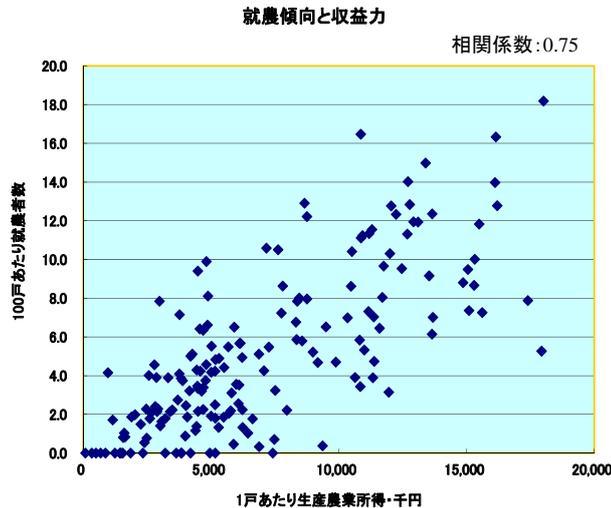
山形県においては、地域経済に関する諸指標のうち、人口増加率、高齢化率（65歳以上人口率）との関係が最も大きいのは、1人あたり総所得と雇用所得。地域にとって雇用・所得の確保が最重要課題。

生産・所得指標	人口増加率	高齢化率
総生産増加率	0.700	-0.605
一人当総生産	0.579	-0.553
一人当総生産増加率	0.454	-0.380
農業生産増加率	0.545	-0.460
製造業生産増加率	0.488	-0.422
建設業生産増加率	0.522	-0.475
卸小売業生産増加率	0.508	-0.388
サービス業生産増加率	0.153	-0.038
一人当総所得	0.815	-0.757
一人当総所得増加率	0.650	-0.548
一人当雇用所得	0.793	-0.703
一人当雇用所得増加率	0.525	-0.437

網掛けは、相関係数0.5以上

### 就農傾向値と収益力の関係

全国の新規就農者数は、60,000人、販売農家戸数100戸あたりの新規就農者数は3.53人（H21年の販売農家：1,699千戸）。北海道内の全市町村160（離島等を除く）においては、戸あたり平均生産農業所得が多いほど就農傾向値（5年累計就農者数/地域総農家数）が高い※。



### 後継者確保の方策

北海道の畑作中核地帯における農業者の意向調査（回収210戸）によれば、後継者確保の方策として、所得の増加と労働時間の低減が6割を占めている※。就農にとって生産農業所得が主要な要因となっているとみられる。

選 択 肢	選択数	構成比
所得の増加	138	39.1
労働時間の低減	79	22.4
農休日の設定	44	12.5
給料制の導入	38	10.8
幼少期からの教育	32	9.1
農業法人化	17	4.8
その他	5	1.4
総 計	353	100.0

※ 黒澤不二男：「北海道における農業の担い手育成の一局面」、農業1539号(2010.11)

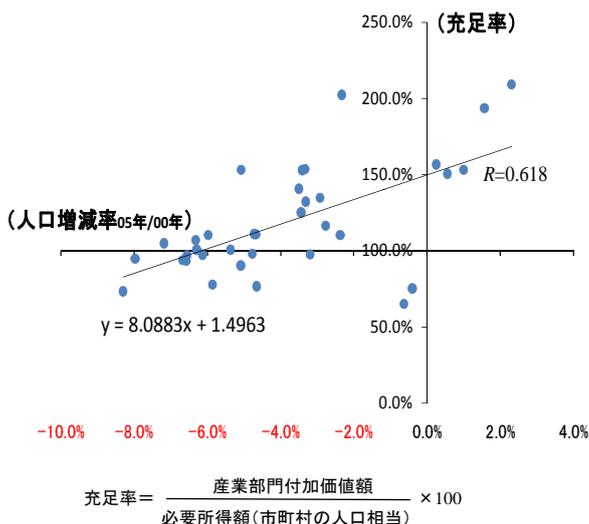
## 2-5 地域経済における農業と関連産業

・農業は原材料などの地域内調達の高割合※等地域経済への波及効果は、他産業に比べてかなり大きい。また、山形県では、地域が得ている産業の付加価値（従業者の所得や事業体の利益相当額）の必要所得額（家計調査の実収入額から算定される全国平均並みの収入水準）に対する割合（充足率）が小さい市町村ほど、人口減少率も大きくなる傾向。

※ 例えば、岡山県赤坂町での調査によれば、農業の町内での購入・調達率は約76%と製造業の約20%など主要産業に比べて最も高く、地域内調達・地域外販売というパターンとなっている（通商白書2004）。

・国内生産拠点の海外への流出が続く中、農業に関連する食料品・飲料製造業が製造業全体の出荷額に対する割合は、鹿児島県の57%、北海道の42%など11道府県は20%を超え、地域経済の基盤。

### 山形縣市町村の充足率と人口増減の関係



### 食品関係工業出荷額の上位10都道府県

順位	都道府県	食品関係出荷額(億円)
1	静岡県	19,001
2	愛知県	18,998
3	北海道	17,274
4	兵庫県	16,617
5	神奈川県	16,538
6	茨城県	15,115
7	埼玉県	14,374
8	千葉県	14,079
9	福岡県	13,559
10	京都府	11,602
	全国	293,576

平成21年 工業統計より作成  
食品関係工業出荷額  
= (食料品出荷額 + 飲料・たばこ・飼料出荷額)

### 食品関係工業出荷額比率の上位10都道府県

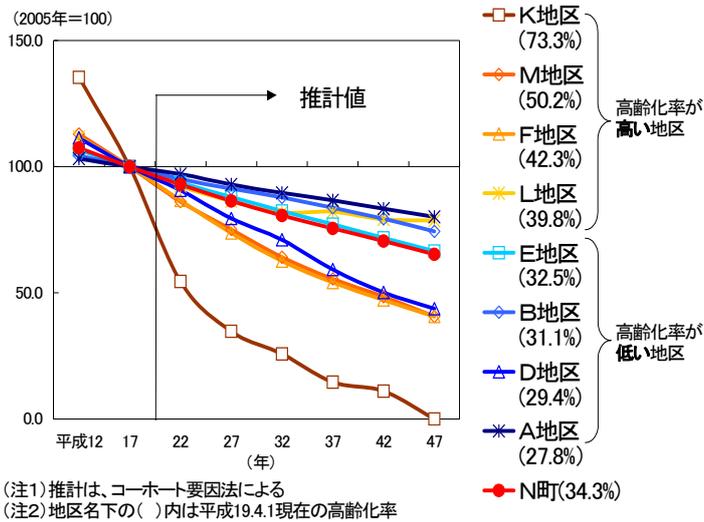
順位	都道府県	食品関係工業出荷額比率
1	鹿児島県	57.4
2	北海道	41.6
3	沖縄県	38.6
4	宮崎県	31.8
5	京都府	28.7
6	青森県	25.8
7	宮城県	23.4
8	鳥取県	23.1
9	岩手県	23.1
10	佐賀県	22.1
	全国	12.6%

平成21年 工業統計より作成  
工業出荷額総額に対する食品関係工業出荷額の割合

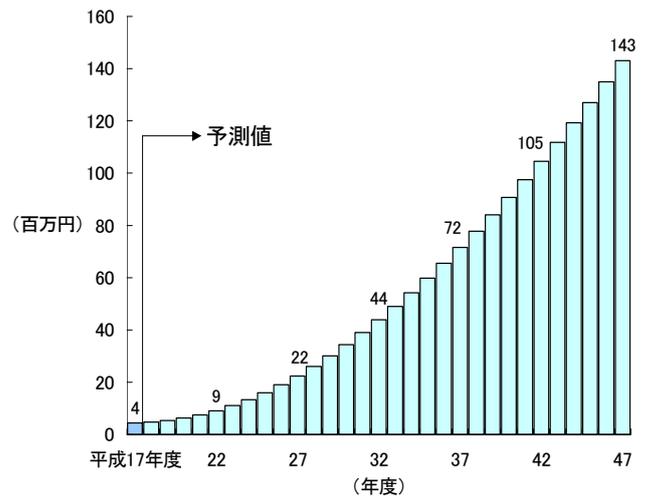
## 2-6 地域の将来人口予測と社会資本の維持管理費の試算例

- 東北地方のN町の30年後の人口は、現在の65%まで低下。社会資本の維持管理費は人口減少に比例して減少しないため、人口減少の影響を行政支出のみに依存すれば、簡易水道のケースでは町の負担が今後30年に30倍以上になるものと予測
- 近未来の人口減少を直視した公共サービスや地域づくりの検討が必要な段階になっている。

N町の地区別・将来推計人口(指数)

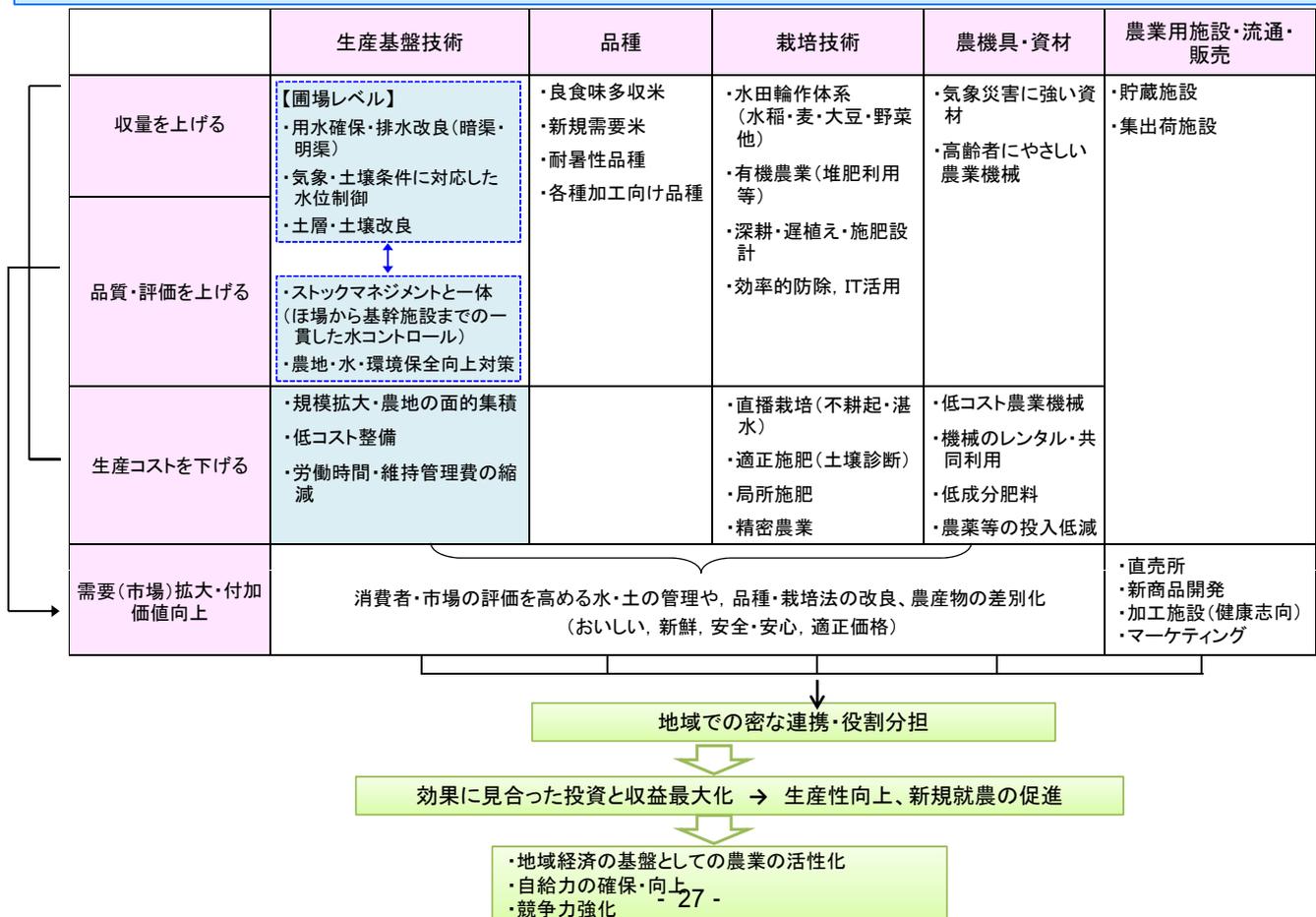


N町簡易水道事業の繰入金の見通し  
(人口減少の影響を行政支出に頼るケース)



## 2-7 農家・地域所得向上のための技術(例)

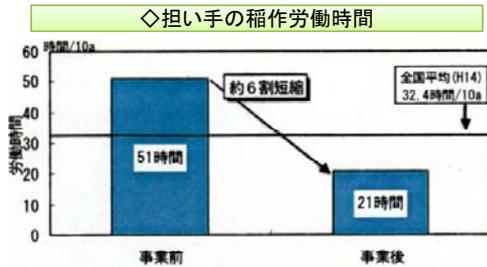
人、技術、地域資源 → 安定した地域経済、安全・安心の確保、健全な地域コミュニティ・環境



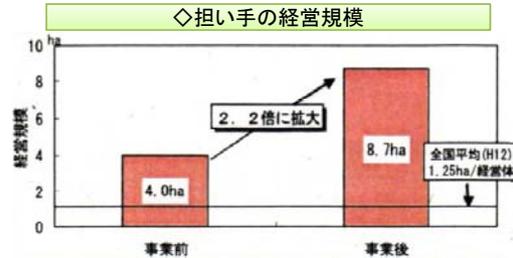
## 2-8 ほ場整備の効果

- これまでも、ほ場整備事業が完了した地区における稲作労働時間や生産コストの縮減、経営規模の増大、農地の面的集積、水田整備率が高いほど大豆作付率やブロックローテーションの導入率が大きくなること※、事業を契機とする集落営農やその法人化の促進など、多くの効果が発現。※ 齋藤ら：「食料自給力強化の観点から見た農地整備の効果」、水土の知 78(12)(2010)
- 競争力強化のためには、今後ともこのような効果の十分な発現を基盤としつつ、ソフト対策と連携した一層の生産性向上が望まれている。

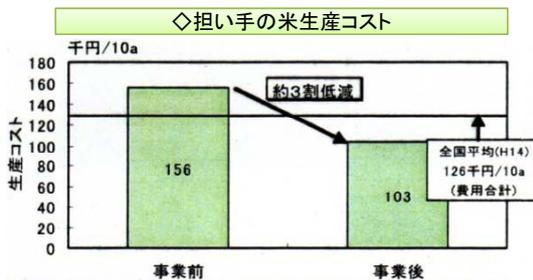
### 事業実施前後における担い手の稲作労働時間、経営規模、米生産コスト



注)：平成8～14年度に完了した都道府県営ほ場整備事業544地区の実績



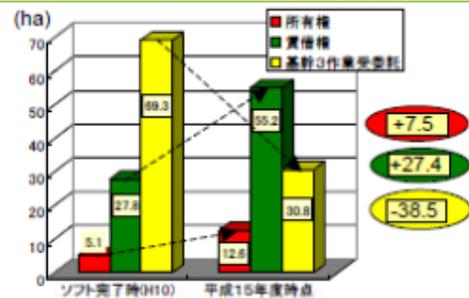
注)：平成8～14年度に完了した都道府県営ほ場整備事業552地区の実績



注)：平成11～14年度に完了した都道府県営ほ場整備事業389地区の実績

資料：「土地改良事業の効果(ほ場整備事業)総合評価の概要」、農林水産省農村振興局(H17)

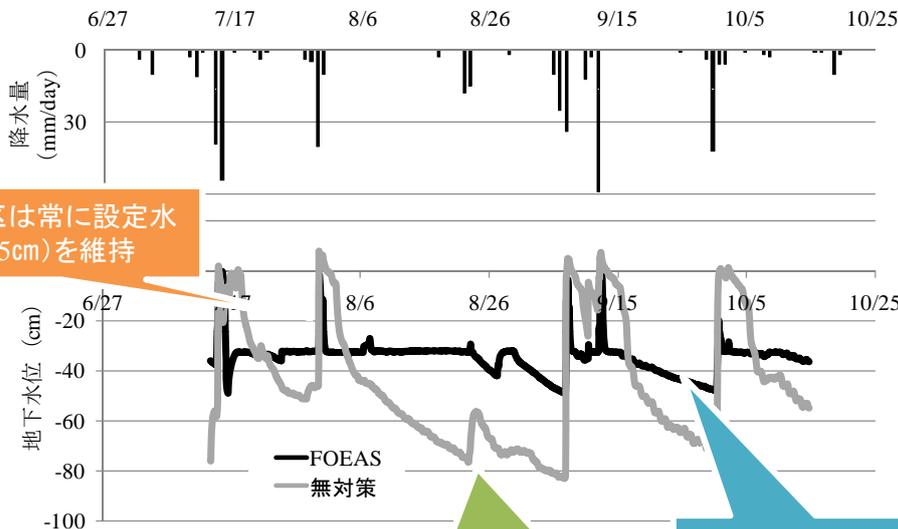
### ◇担い手の農地への利用集積の事業実施後の効果



注1)：ほ場整備事業等のハード事業と担い手育成基盤整備関連流動化促進事業(構造改革の推進施策)の一体実施による効果。  
注2)：他の農地流動化施策と併せて行う場合もあるため、他施策による利用集積面積と一部重複する。

## 2-9 地下水位制御と大豆・小麦の収量の関係

- 大豆では、地下水位の制御により乾湿害を抑制して、根系や根粒の活性を維持できるので、大豆の養分吸収、根粒窒素固定、光合成が増して増収をもたらす。
- 大豆：FOEASほ場と対象ほ場19地区における各品種(タチナガハ等)の平均収量は、それぞれ355kg/10a、288kg/10aで平均4割増。
- 小麦：FOEASほ場と対象ほ場11地区における各品種(ニシノカオリ等)の平均収量は、それぞれ429kg/10a、340kg/10aで平均4割増。



FOEAS区は常に設定水位(-35cm)を維持

調査地は低平地の黒ボク土で排水不良のため(暗渠は未整備)3haのほ場に施工。

無対策区は特に灌漑を必要とする大豆開花期(8月)に地下水位が低下

FOEAS区は降雨後、速やかに地下水位が低下

# 2-10 土地利用型農業における農家・地域所得の向上

## 地下水水位制御を導入したほ場における作付けパターンの例

生産基盤を核とし、水稲、大豆、野菜等の複合経営により年間を通じた業務の平準化と収益最大化をめざした作付けパターンの例を示す。作付けパターンや農業経営の成長モデルは、地域によって様々なものが考えられ、作物選択の自由度を大きくすることによって経営を下支えするのが基盤整備や技術の役割。

FOEAS圃場作付案

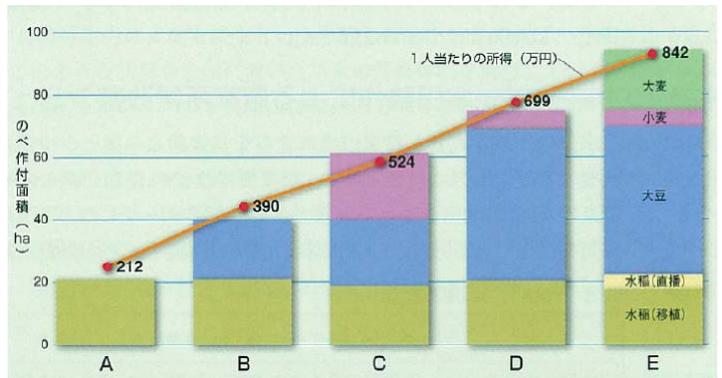
圃場	面積 (㎡)	2010年(2年目)												2011年(3年目)												2012年											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3月
NO.1	1,569	水稲(非主食用)						寒玉キャベツ(水位制御)						水稲(用)						タマネギ						寒玉キャベツ											
NO.2	1,216	水稲(非主食用)						寒玉キャベツ(水位開放)						水稲(用)						タマネギ						寒玉キャベツ											
NO.3	1,063	水稲(非主食用)						タマネギ(水位開放)						大豆						(サトイモ検討)																	
NO.4	1,725	水稲(飼料用)						タマネギ(水位制御)						大豆						水稲(用) または寒玉キャベツと大豆																	
NO.5	3,459	大豆						加工用馬鈴薯						寒玉キャベツ						水稲(用)						タマネギ											

## 水田輪作体系の導入による農業所得の向上※

北関東で40ha水田を4名で運営する組織を想定し、1人あたりの農業所得が最大化する輪作体系をシミュレーション。

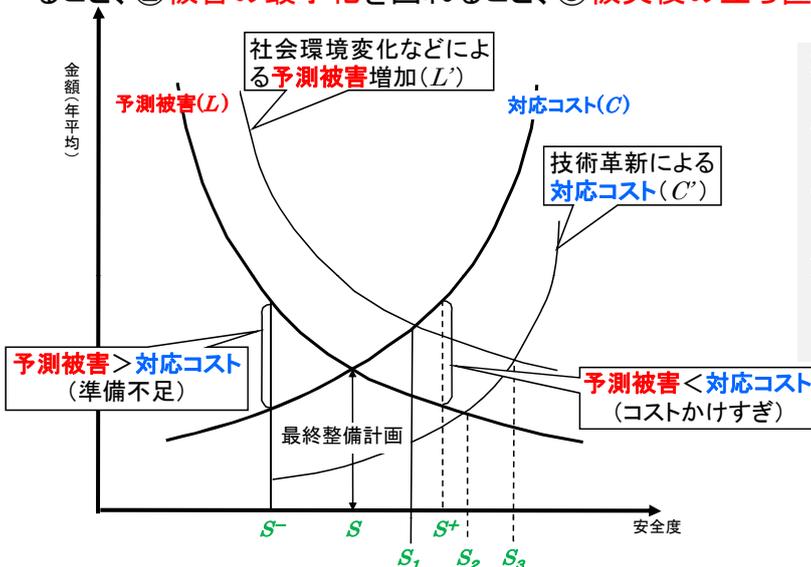
- A: 水稲単作のみ
- B: 水稲単作+大豆単作
- C: 水稲単作+大豆単作+小麦・大豆二毛作
- D: 29ha借地で規模拡大し、水稲単作+大豆単作 +小麦・大豆二毛作
- E: 29ha借地で規模拡大し、水稲単作+大豆単作+小麦・大豆二毛作 +大麦・大豆二毛作

※ 大西茂志:「イネイネ・日本」プロジェクトのシンポジウム資料(2010)



# 2-11 災害に強靱な社会インフラ

- 日本学術会議が2008年6月に提言した「地球環境の変化に伴う水災害への適応」では、水災害に適応能力が高く強靱な社会(Disaster Resilient Society)を目指すとして、レジリエンスを、社会そのものが基本的な構造や機能を保持しながら外部環境の変動による影響を吸収し、ストレスや変化に適応していく能力とし、災害を受けた後に強靱に立ち直り、復興を遂げることができる能力も重要な構成要素であるとしている。
- 第4期科学技術基本計画では、強靱な社会インフラの再構築によって、人々の生活の安定や利便性の向上、被災地に住む人々の安全な生活を実現するとしている。
- 災害に強くてねばりのある強靱な社会インフラは施設の重要度に応じて、①重大な被害を回避できること、②被害の最小化を図れること、③被災後の立ち直りが期待できることから成り立つ。



- 対応コスト(C):**  
(更新事業費+維持管理費)の年平均
- 予測被害(L):**  
故障時の推定被害額(ハザードマップ等を活用)
- 安全度(S):**  
施設の稼働確率(アベイラビリティ)
- 重要度(V):**  
水利施設の重要度、老朽化の程度、第三者被害リスク等

## リスク管理による整備の最適化判定

## 2-12 農業水利施設の平常時管理と防災・減災

- 長い時間軸で考えれば、わが国のどこにいても強い地震や洪水などに出会う危険は避けられず、**日頃の災害への備え**は欠かせない。
- 災害時において、農業水利施設の損傷・破壊やそれに伴う農業への被害を最小化するには、施設の事前の**補修・補強**とよく練られた**管理計画**、とりわけ防災・減災と連動した施設管理や**ストックマネジメント**が重要。
- 発生する可能性のある災害に対し最悪の事態を想定し、①被害をできるだけ小さくするよう**準備**しておくこと、②被害が生じた時の**復旧・再建への備え**を用意しておく、③**予測外**の事態が発生した時の対処方針を備えておく、が施設のリスク管理のポイント。

## 2-13 まとめ

- 人が社会的に生きるという原点に立ち返れば、**地域内の仕事で一定の所得を得て生活**できること、交通や医療・福祉等の**公共サービス**が確保され、**災害に対し安全・安心**であること、そして**地域コミュニティ・環境**と共生して生きることが基本条件。
- この見地からすると、農村再生・活性化の共通軸は、「**安定した地域経済**」、「**安全・安心の確保**」、「**健全なコミュニティ・環境**」の相互依存性をもつ3要素が鍵となる。
- 地域経済についてみると、地域が一次産品や労働力の供給地のみならず、都市からの企業誘致を超えた地域の産業、とりわけ農林水産業や食品加工等の関連産業の育成による**内発的発展を通じた所得・雇用の確保**が重視される必要。**多様で自立した農業経営**と**地域に密着した産業**が成立し、多くの地域の経済がそれぞれ発展することで、農村地域総体の**再生と活力向上**が図られることが、農村のあるべき姿として想定。
- 今回の震災では、産業部門の被災により雇用が縮小。災害復旧等で雇用機会の確保が図られているが、中長期的には、土地、水等の空間的移転が不可能で、その地域だけが利用できるという特徴をもつ**地域資源**を活用し、女性や高齢者も参画できるような**地域産業を再生**する方向で**地域の意思**と**公的支援**のマッチングが図られる必要。



# 東日本大震災による 農村地域の被災と復旧・復興

復興支援プロジェクトチーム代表 毛利栄征(農村工学研究所 施設工学研究領域長)



農業農村工学会  
2011年9月6日

丹治 肇	上席	沿岸域水理
福与徳文	上席	地域計画
中嶋 勇	上席	施設機能
友正達美	主研	用水管理
小林 宏康		技術移転センター長
勝山達郎		教授(技術移転センター)
山本徳司		教授(技術移転センター)
鈴木尚登		防災調整役



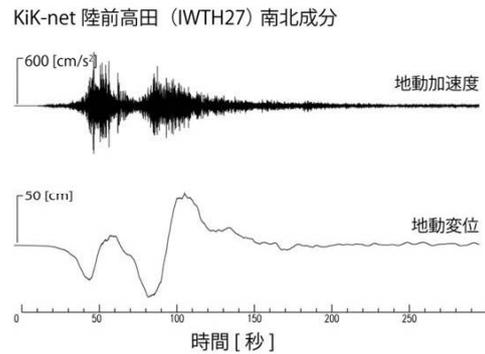
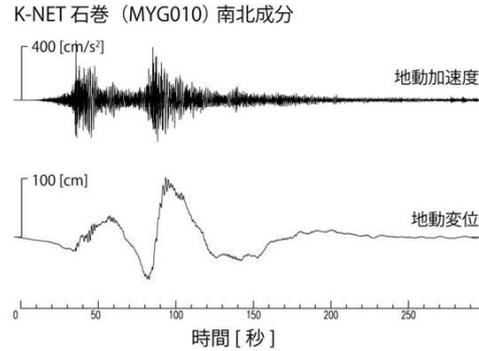
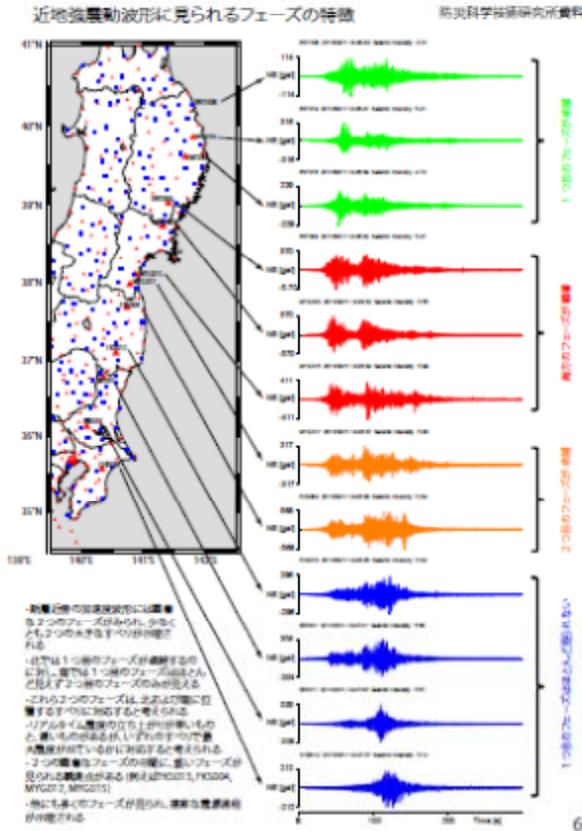
30  
農研機構

## 報告内容

1. **津波・地震**の概要
2. 宮城県の**海岸農地**の被害と対策(除塩対策など)
3. **フィルダム**の被害と安全性評価
4. **ため池**の被害と復旧
5. **水路・パイプライン**の被害と復旧
6. **海岸堤防**の被害と減災対策
7. **農村地域の復興**(施設機能を発揮する施設計画)
8. 住民主体の復興計画づくり支援(**実践的事例**)

## 東北地方太平洋沖地震(本震)の地震動

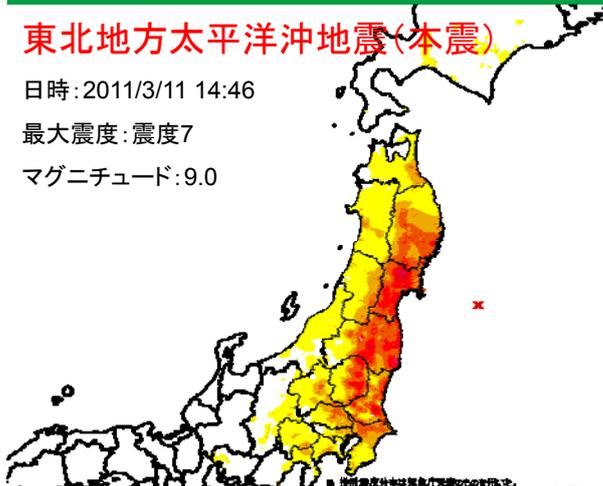
防災科学技術研究所HPより



## 本震と近年の大地震との震度比較

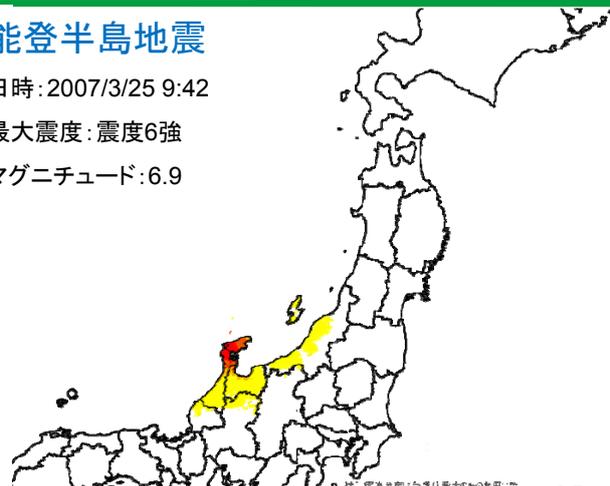
### 東北地方太平洋沖地震(本震)

日時: 2011/3/11 14:46  
 最大震度: 震度7  
 マグニチュード: 9.0



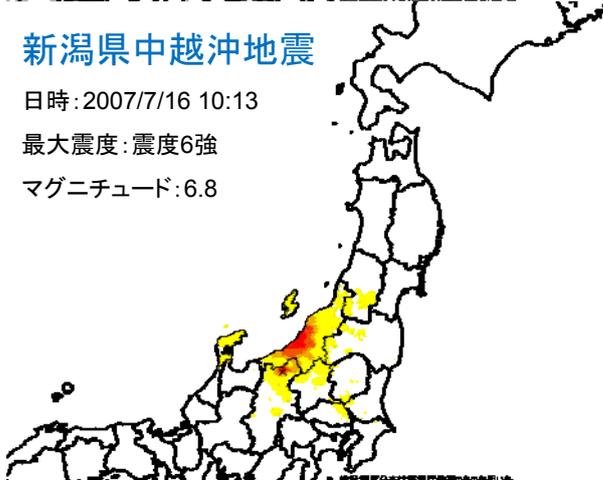
### 能登半島地震

日時: 2007/3/25 9:42  
 最大震度: 震度6強  
 マグニチュード: 6.9



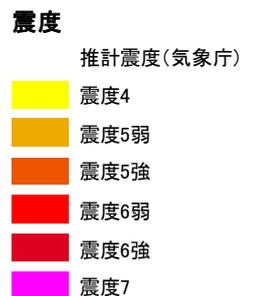
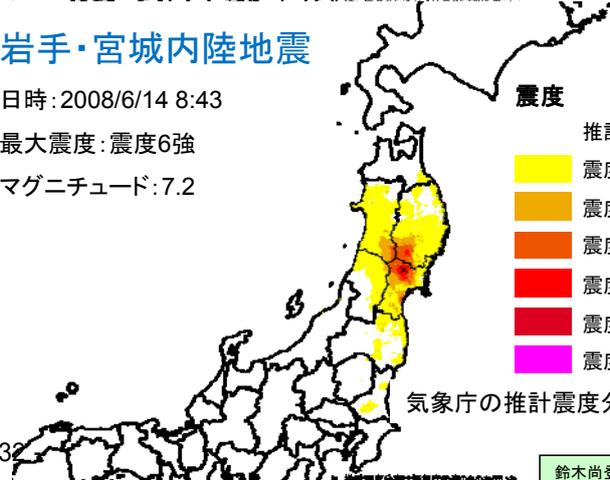
### 新潟県中越沖地震

日時: 2007/7/16 10:13  
 最大震度: 震度6強  
 マグニチュード: 6.8

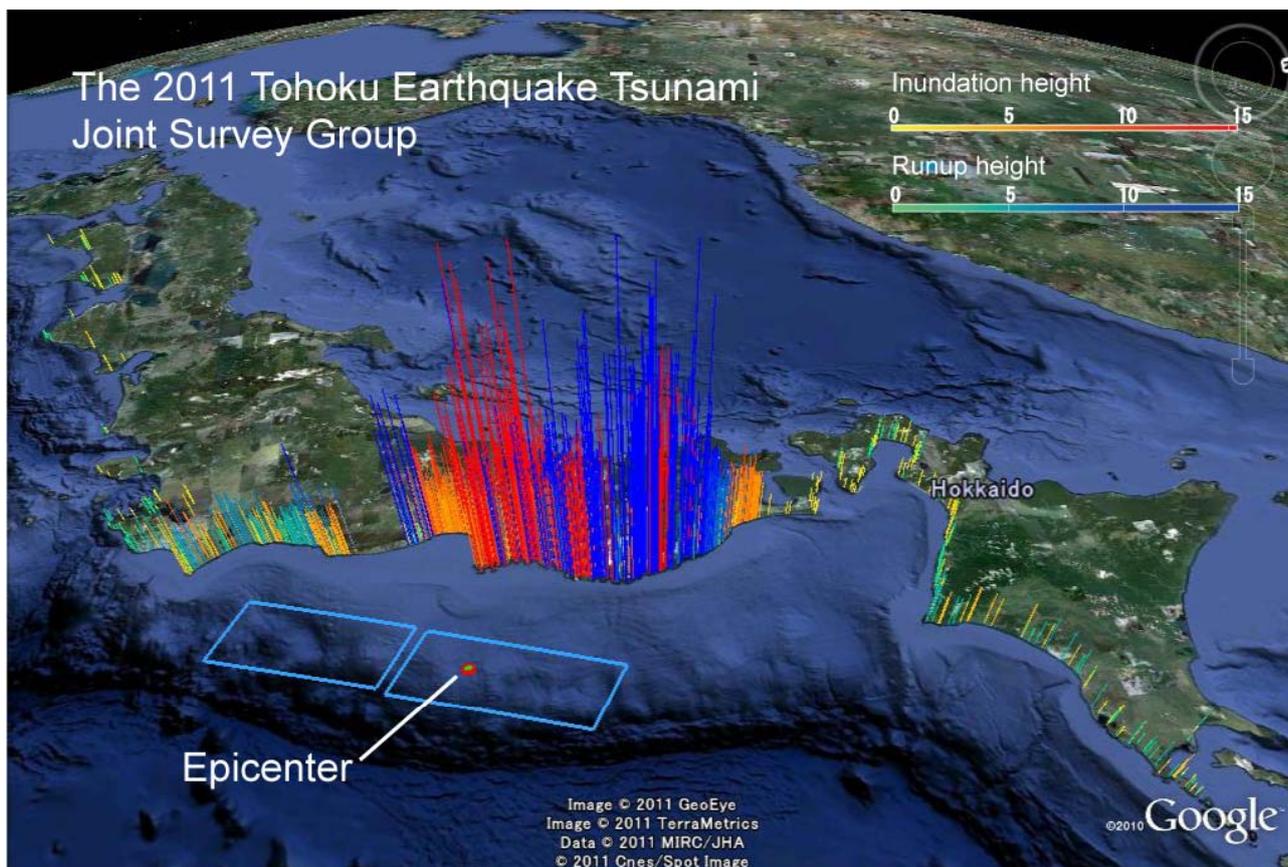


### 岩手・宮城内陸地震

日時: 2008/6/14 8:43  
 最大震度: 震度6強  
 マグニチュード: 7.2

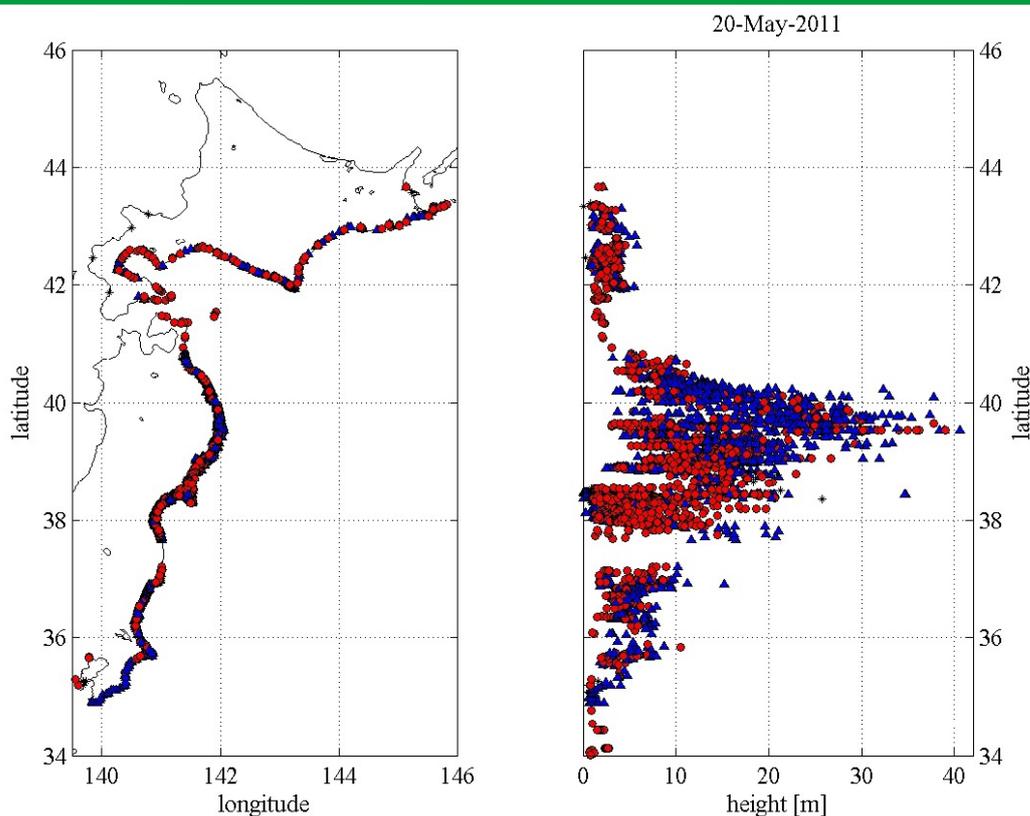


気象庁の推計震度分布を使用



東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ

## 津波波高・遡上高の分布



- 北海道から関東までの広い範囲で津波を記録
- 遡上高さは40mに達する

東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ

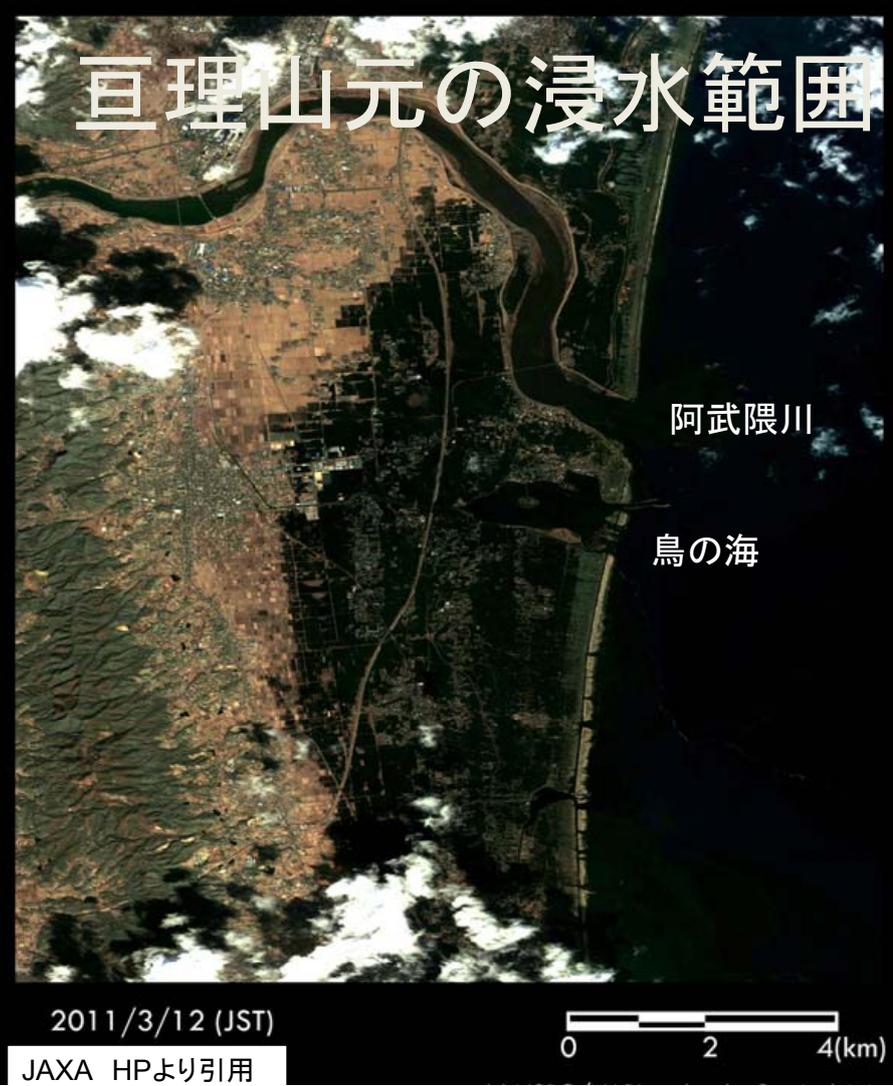


<http://www.dailymail.co.uk/news/article-1365947/Japan-earthquake-tsunami-Nothing-prepared-Alex-Thomson-Hell-Earth.html>

## 2 宮城県の海岸農地の被害と対策

- 農地の浸水・除塩
- 塩害リスク
- 農地の総合的復旧技術への展開

# 巨理山元の浸水範囲



阿武隈川

鳥の海

海岸線から  
5kmまで浸水

2011/3/12 (JST)

JAXA HPより引用



## 名取地区の排水機場の被災

18日の湛水域

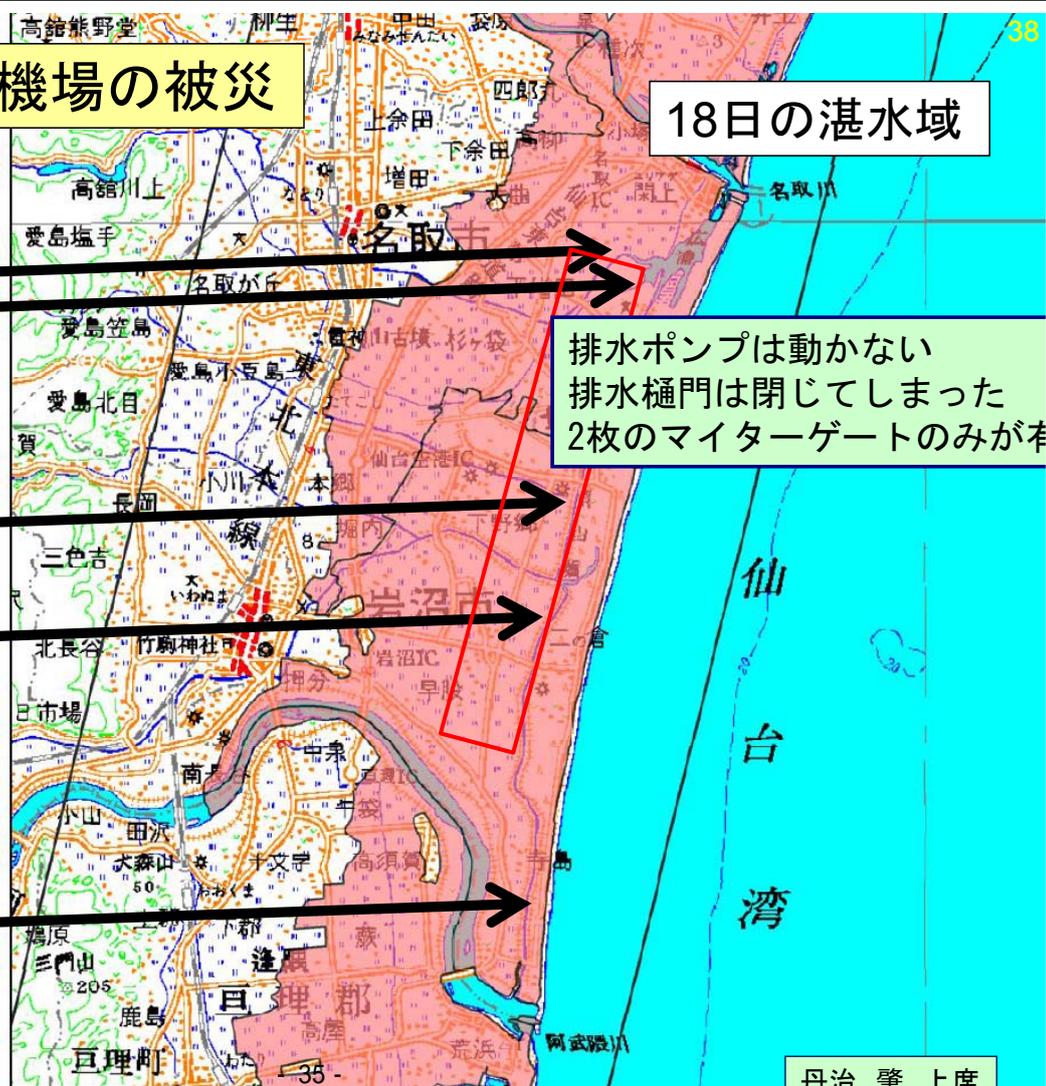
① 閑上排水機場

② 寺野排水機場

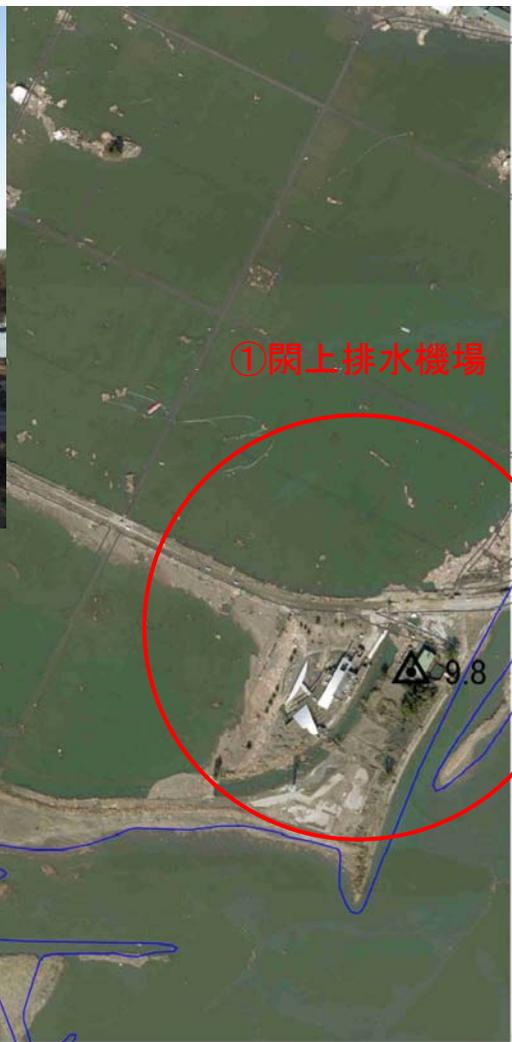
③ 相の釜排水機場

④ 藤曾根排水機場

⑤ 浦崎排水機場



排水ポンプは動かない  
排水樋門は閉じてしまった  
2枚のマイターゲートのみが有



主な記号

- 境界
- 道路線
- 鉄道
- 等高線
- 国道番号
- 踏切
- 官公署
- ◆ 裁判所
- ◆ 税務署
- 市役所
- 町村役場
- X 交番
- 高等学校
- X 中学校
- X 小学校
- 老人ホーム
- 博物館
- 図書館
- 郵便局
- 灯台
- 神社
- 寺院
- 警察署
- 消防署
- 病院
- 保健所



丹治 肇 上席

2011年2月12日 国土地理院撮影



農研機構 40



②寺野排水機場

排水樋門

排水機場



丹治 肇 上席



2011年3月18日 亘理土地改良区管内

### ■ 排水路の被害

- ・地区内の排水路に膨大なガレキが集積しており、通水機能を完全に失っている。

北川 巖 主研



2011年3月18日 亘理土地改良区管内

### ■ 農地の被害

- ・地盤沈下も大きく湛水状況が続く農地の状況。

北川 巖 主研



- 農地の被害
- 土砂堆積のない水田。
- 乾燥して表面が塩分で白くなっている。
- 地盤沈下も大きく湛水状況が続く農地の状況。



- 農地の被害
- 土砂の堆積した水田
- 津波での土壌侵食はなく、土砂堆積

2011年4月7日 亘理土地改良区管内

北川 巖 主研

## 除塩から見た津波による農地被害の特徴

(平成11年 不知火海高潮被害との比較)

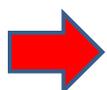
### 被害の状況

- 排水機場が被災、下流の排水路、ゲートの被災  
→ 上流での用水供給が不可
- 大量のガレキ(土砂)の混入  
→ ガレキ撤去が除塩作業を律速
- 被災が広範囲  
→ 被災農地約24,000ha(平成11年は約1,200ha)
- 作付までの期間が短い  
→ 除塩に十分な用水が取れない  
→ 降雨(降雪)による除塩が期待できない

### 復旧対策の状況



被災水田約20,000haのうち、除塩が実施された面積はごくわずか(約10%:1,800ha～海水のみ流入した水田中心)



残り約18,000haの水田に対して、計画的な除塩(復旧)が求められている

### ●ほ場条件等に応じた除塩方法(浸透、代かき)の選択

- 排水性
- 整備水準
- 時間の経過に伴う塩分集積位置の変化

#### ※除塩方法に係る検討会での議論

##### ○代かき派

今春の成果、急速かつ確実な除塩、雑草管理 → 今後も代かき除塩を実施すべき

##### ○浸透派

前例(熊本)、排水性の確保(代かきしない)、作業を省略できる

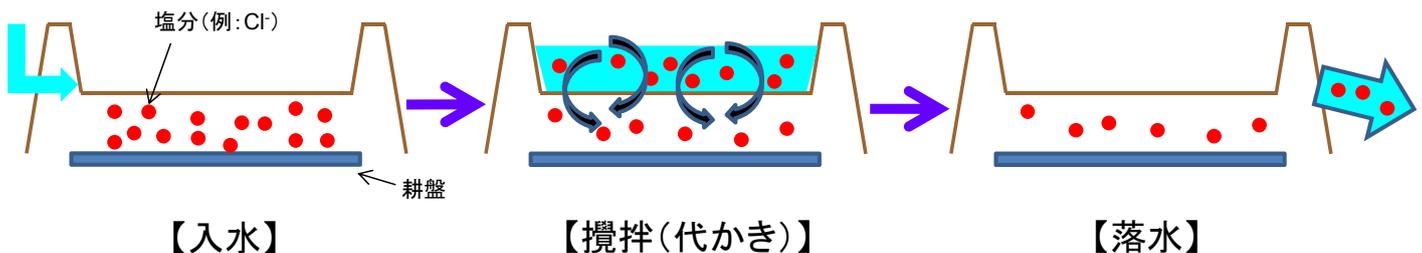


- ・代かき除塩への信奉が強い
- ・データ不足により、議論が収束しない印象

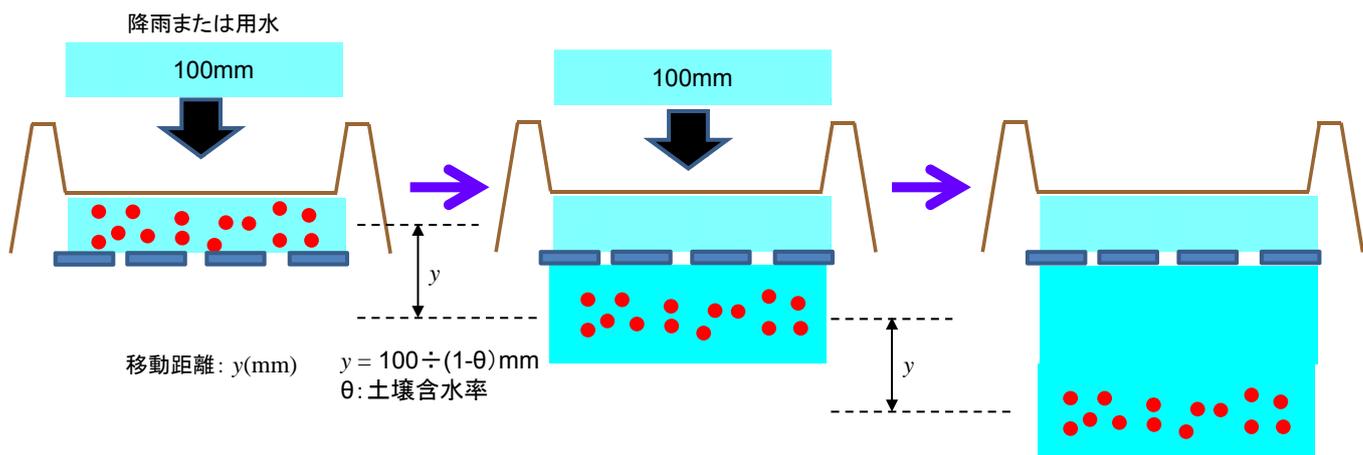
原口暢朗 上席

## ほ場条件等に応じた除塩方法

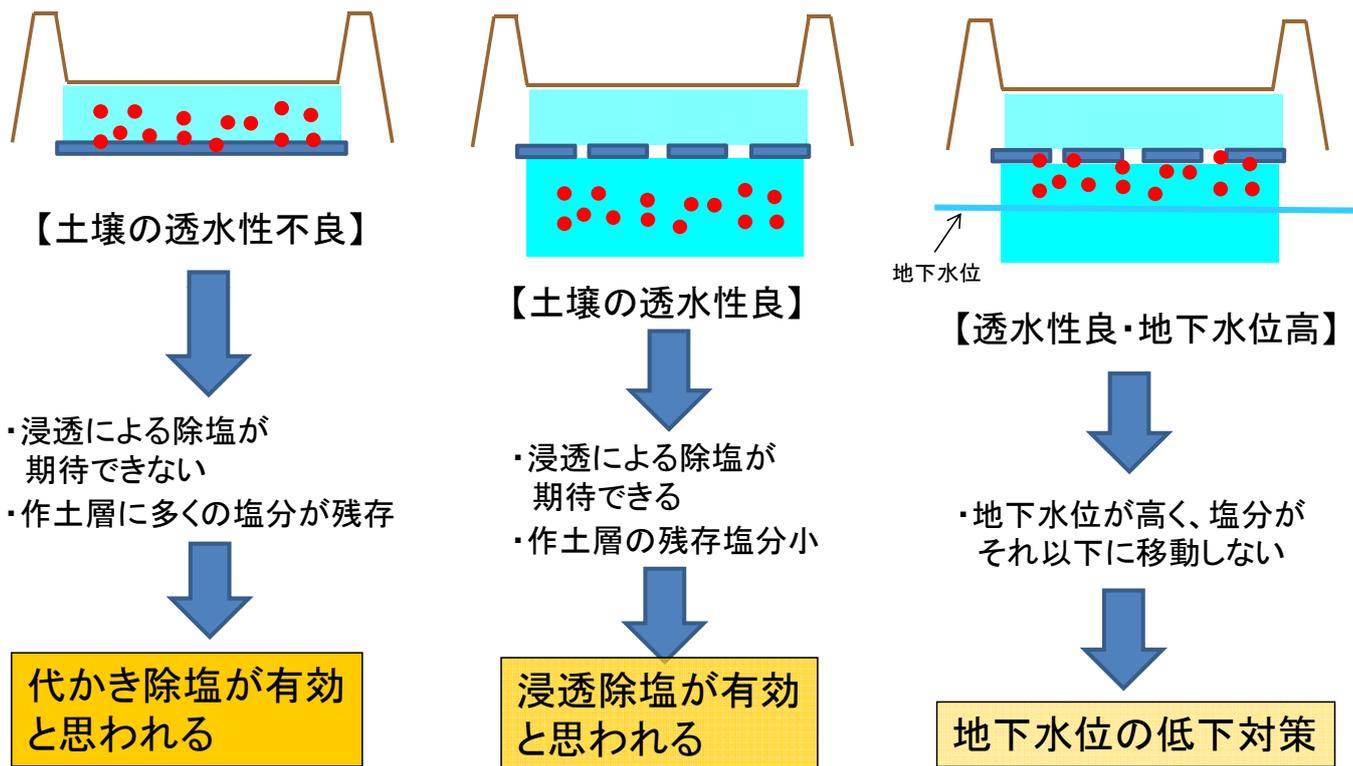
### ●代かき除塩～作土の塩分を攪拌・希釈



### ●浸透除塩～ピストン流による塩分の下方への押し出し



原口暢朗 上席



原口暢朗 上席

## 液状化による農地の被害—噴砂—

- 大量の噴砂, ひび割れ, 沈下 → 用水不足、均平確保
- 全面的な液状化地区 → 営農は困難



- 水田の不陸 最大1m 程度
- 亀裂 深さ 最大130cm 程度
- 噴砂の厚さ 深いところでは40cmを越える

中嶋 勇 上席

### 液状化農地の塩害の発生要因解明と 対応策の確立（未津波農地での発生）



液状化による  
噴砂発生圃場



噴砂への塩分含有  
による塩害発生

国内初の現象である津波被害のない噴砂発生農地における塩害実態と発生要因を解明、対応策の検討を実施中

### 津波被災農地の塩害リスク評価・対応策 （被害・リスク評価・対応策）

6月16日



7月19日



塩害の深刻化

中干し実施  
や用水不足

不適切な水管理による塩害の助長などに対する圃場や用水施設の条件の把握

軽微な塩害

塩分は同等  
違いは？

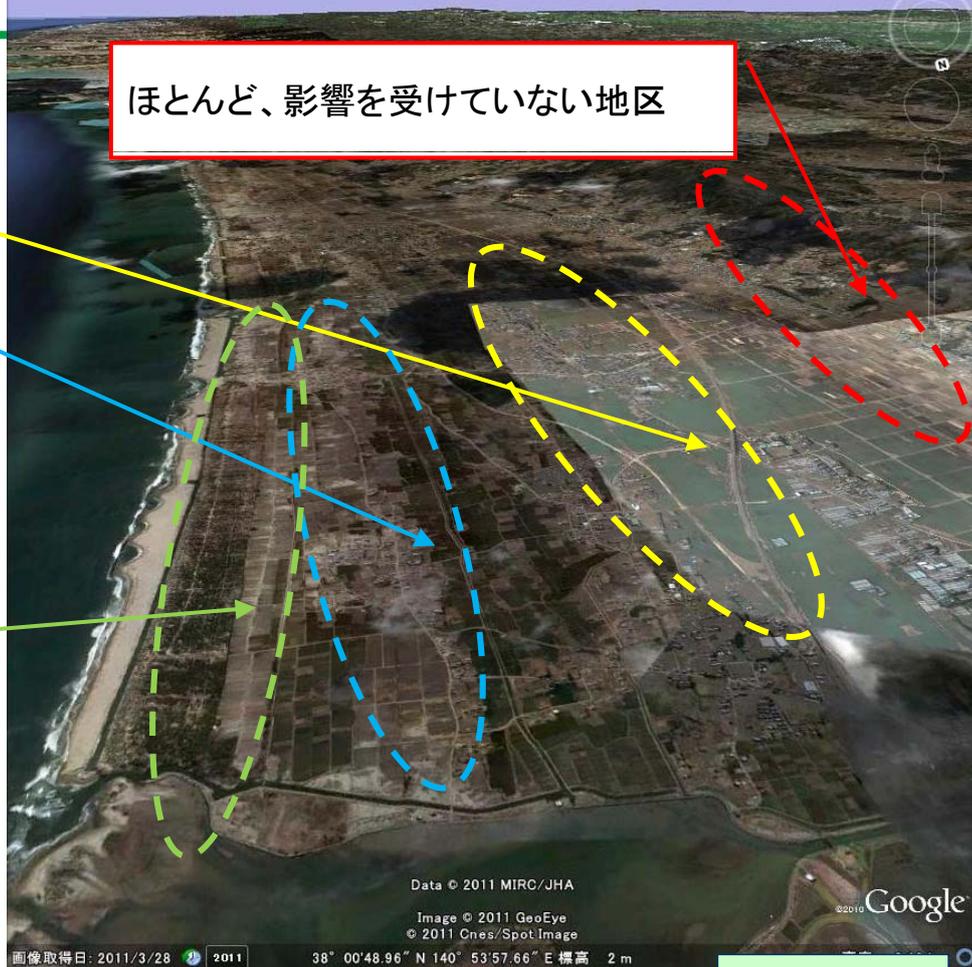
甚大な塩害

総合的な土壌・圃場条件による  
塩害リスク評価と対策技術の確立

【農地基盤工学研究領域 水田高度利用担当】

## 農地の総合的な復旧技術の確立(事例)





ほとんど、影響を受けていない地区

内陸農地の海水湛水

後背面農地の浸食と集落の倒壊・消失、ガレキの集積、排水路などの損傷とガレキ堆積

海岸堤防近傍の重大な損傷、排水施設の破壊

友正達美 主研



### 3 フィルダムの被害と安全性評価

- 地震被害の状況と課題
- 地震動を受けた堤体の健全性評価



増川 晋 上席

# ダムの被災状況

### ●西郷ダムの事例

★西郷ダム（中心遮水型フィルダム、1955年竣工）  
 堤高：32.5m、堤頂長：220m、堤体積：360千 $m^3$   
 総貯水量：3,299千 $m^3$ 、有効貯水量：2,920千 $m^3$ 、震央距離：約266km



貯水池（凍結）

明瞭な馬蹄形の陥没

円弧状の亀裂

堤頂のダム軸方向の亀裂



貯水池（凍結）



堤頂にダム軸方向の開口亀裂（5～50m長、8～26cm幅、1.4～2.5m深さ）

増川 晋 上席

### ○フィルダムの被災の特徴○

- 1 上下流斜面の滑りの発生  
→ 堤体断面積 や浸透路長の減少  
→ 遮水性能の低下  
→ 貯水の浸透 → 貯水の越流 → 決壊
- 2 揺すりこみによる堤頂の沈下  
→ 貯水の越流 → 決壊

### ○フィルダムの安全性○

近代的設計基準(1953年)において築造されたフィルダムは、総合的には堤体の安全性が確保されている

#### 健全度評価

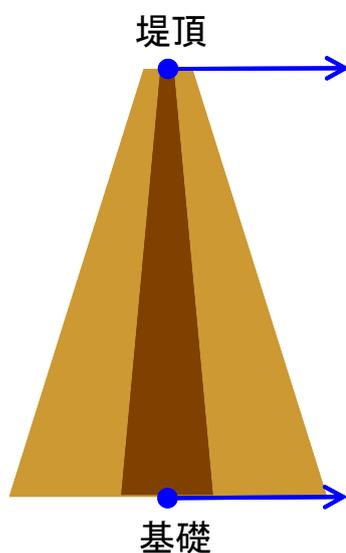
### ☆地震動を受けたダムの安全性評価☆

被災(亀裂発生、ゆるみ)の箇所や規模の特定 → 安全性評価  
→ 被災箇所の非破壊探査と復旧技術

増川 晋 上席

## 健全度評価手法の開発

地震観測記録の解析による堤体の評価

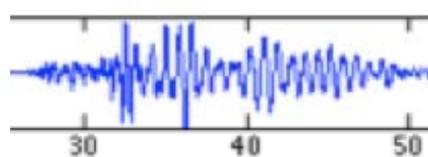


#### 原波形

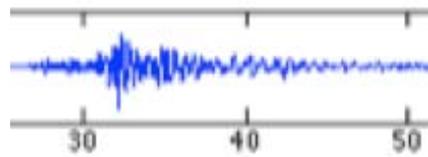
時系列解析  
(地震波干渉法)

#### インパルス応答

複雑な自然地震観測記録から...



相互作用

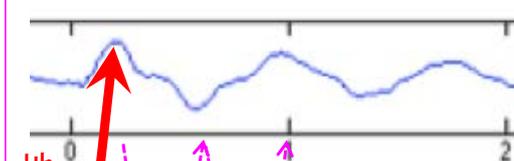


秒



- 44 -

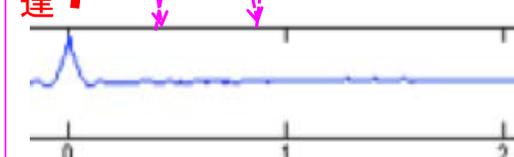
原波形から時系列解析により推定した基礎への単純なインパルス入力に対する堤頂の応答波形を用いる



地震波の伝達

重複反射

伝達速度減衰特性等の評価



秒

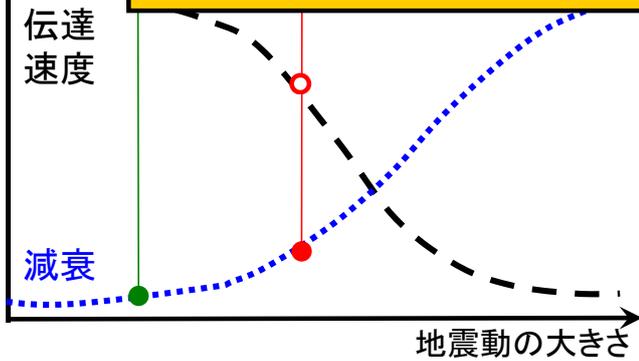


黒田清一郎 上席

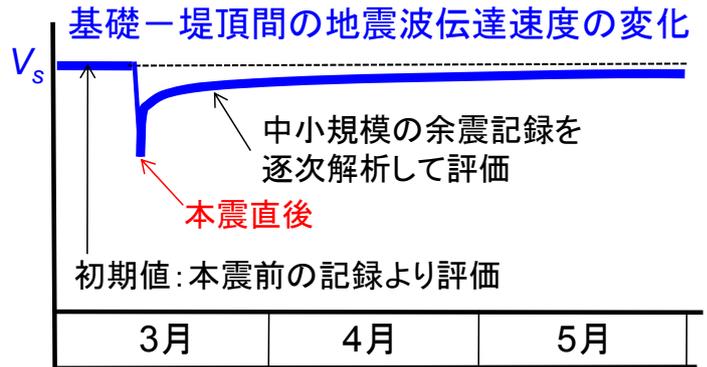
3月11日

# フィルダムの地震観測データ による堤体の健全性評価 (日常管理、災害時の評価)

の余震動  
(費)  
地震に  
の  
を追跡



抽出されたインパルス応答関数の  
大規模地震(本震)時の時間変化を追跡  
→伝達速度・減衰特性とその強震時の変化  
(非線形性)を現地データで定量的に評価



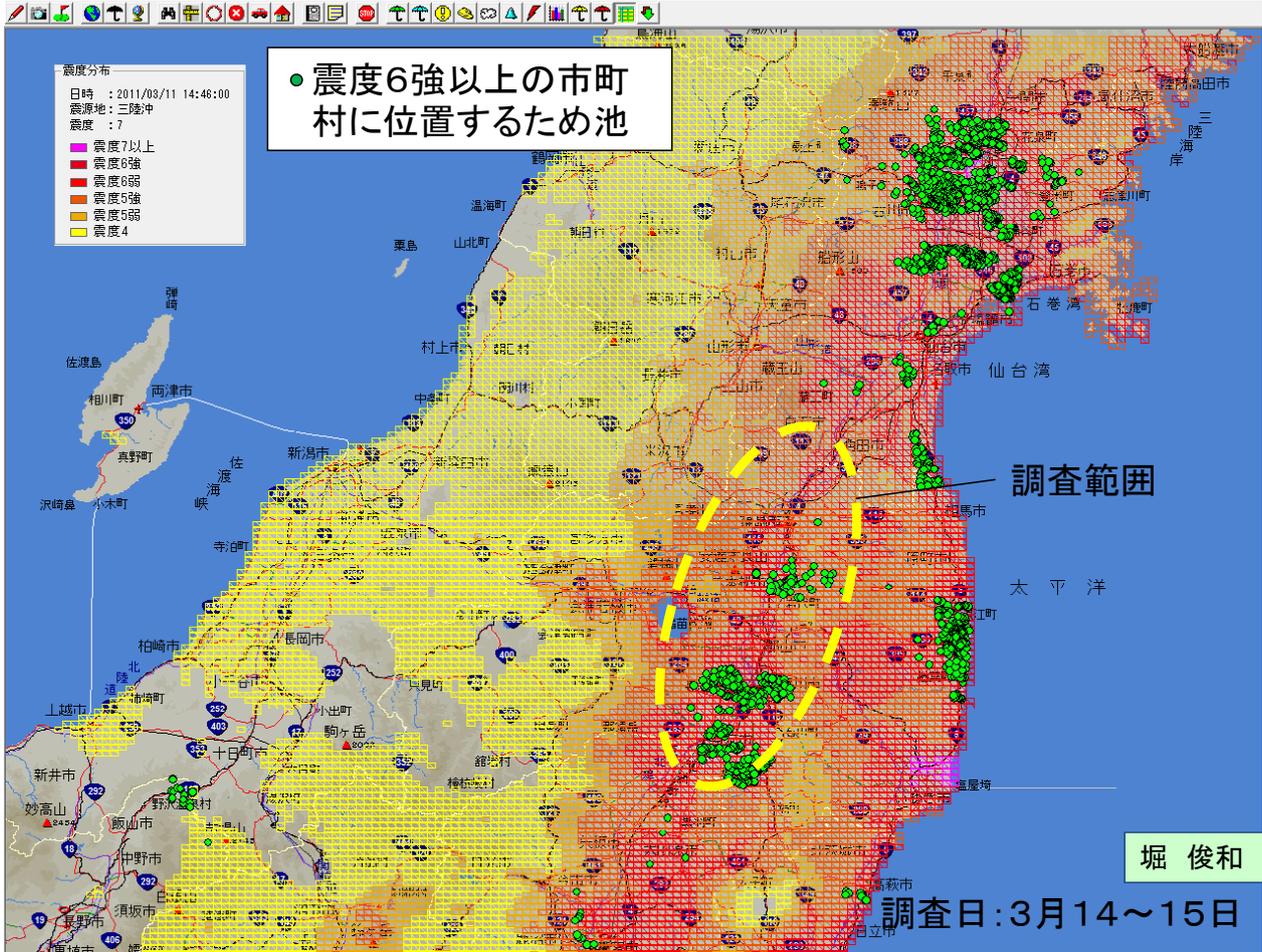
3月11日 本震直後に顕著な速度低下  
その後は緩やかに地震前の速度へと回復

里田清一郎 上席

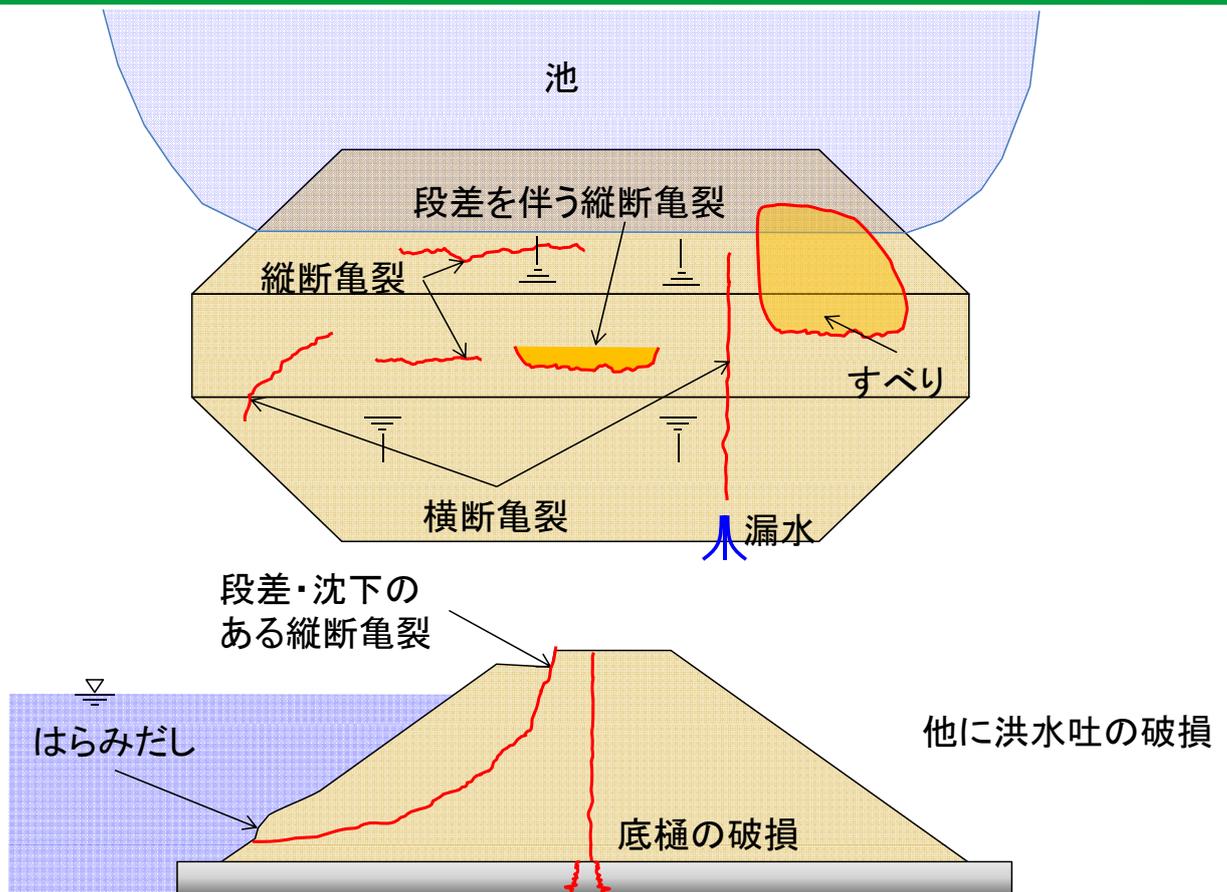
## 4 ため池の被災状況 と復旧

- 被災の特徴
- 復旧の考え方と課題

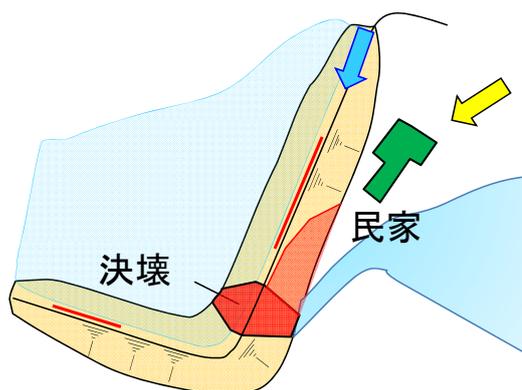
ため池DB/ザードマップ v3.02 - 防災情報発信版(農林水産省) -



## 地震時のため池の被災パターン



- 堤体の屈曲部で決壊。
- 直下流の民家の二次被害は免れた。



左岸からの全景

堀 俊和 上席

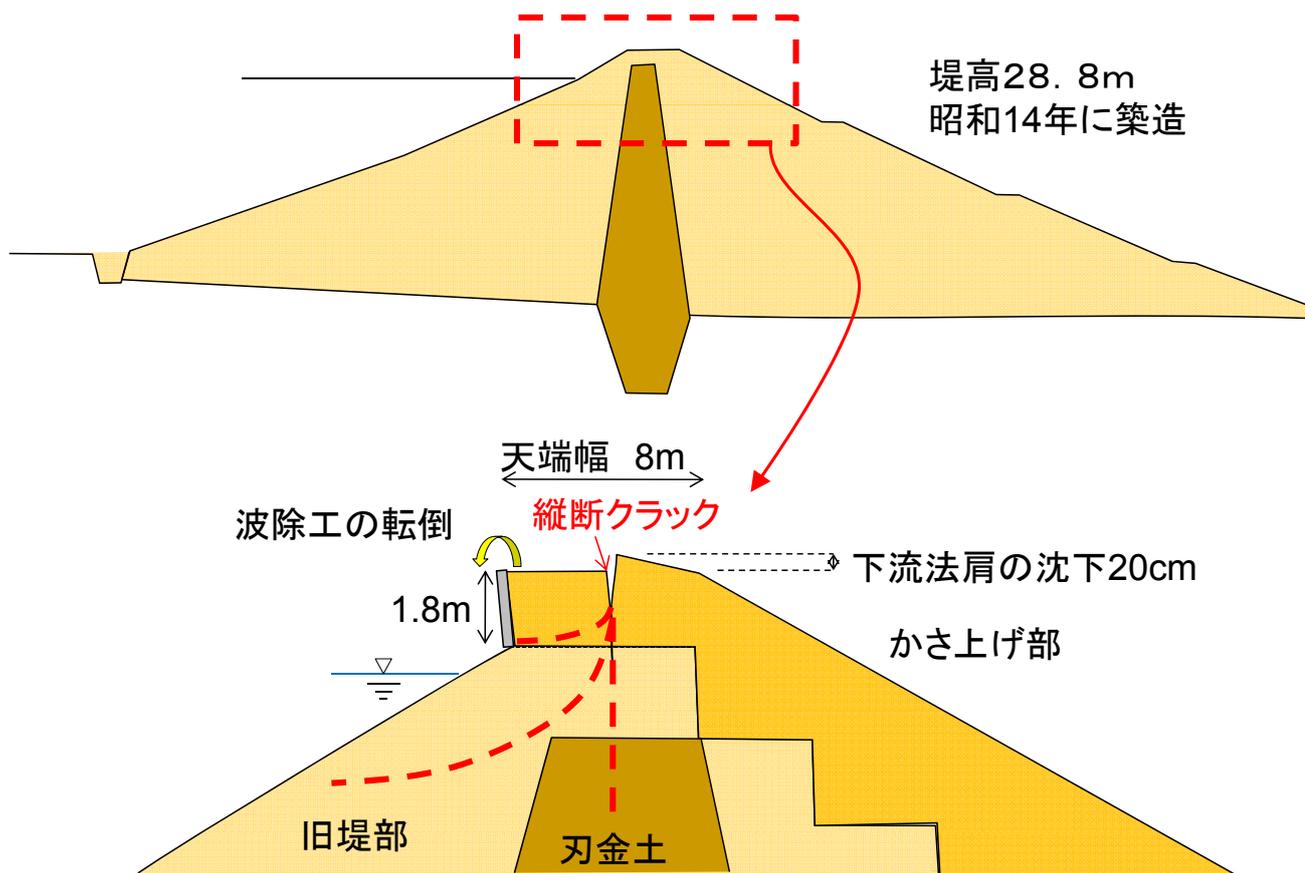
# 三ツ森池

昭和14年に築造

堤高 28.8m 貯水量720,000t: 堤体天端に長さ130m、段差60cmの縦断クラックが発生。



堀 俊和 上席



堀 俊和 上席

## 地震直後の堤体亀裂調査

### <調査手法の必要性>

- 亀裂の生じた堤体への緊急対応
- 亀裂の地下における性状把握
  - ・2次災害防止のための貯水位低下目安を得る
  - ・上下流へのすべりにつながるかの判断
  - ・復旧規模の概略把握

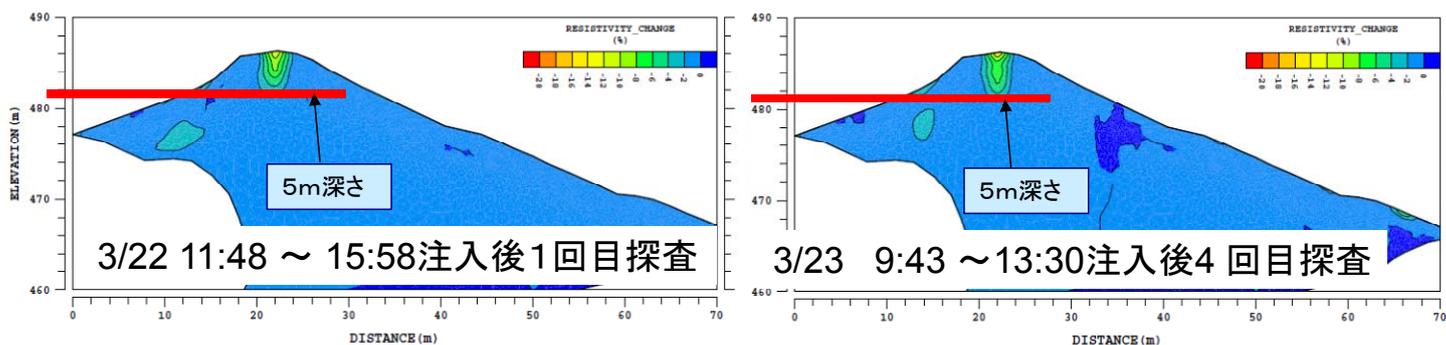
調査堤体の被災状況3/14



### ○調査方法－電気探査法の応用

亀裂に電気比抵抗の低い石灰水を注入し、注入前後の比抵抗分布の変化部(比抵抗が減少した部分)を電気探査により明らかにし、亀裂範囲を推定する。

電気探査:大地に電流を流したときの電圧分布を測定し、測定値を解析して得られる地下の比抵抗分布から地下構造を推定する調査手法である。



現地測定から解析まで実質2日間で実施。

断面図は注入前後の比抵抗が変化した割合の分布を示す  
 注入後約24時間の間の4回の測定では比抵抗低下部の下端深度は  
 ほぼ変化しない  
 →比抵抗低下部が注入水の流動した亀裂の主要部分と判断  
 (約5m)

福島県三ツ森ため池調査事例(推計震度6弱)

中里裕臣 上席

## 亀裂探査のまとめと課題

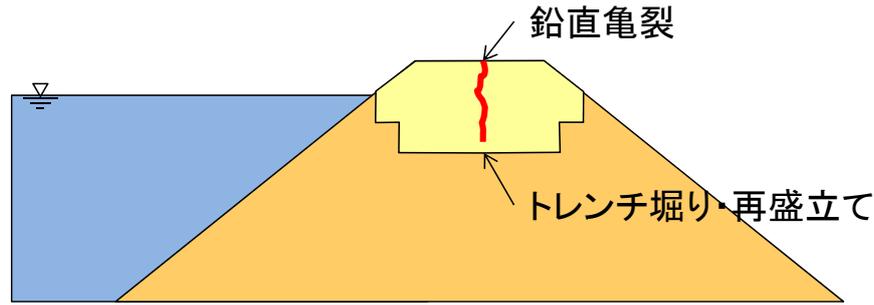


- その後実施されたトレンチ調査では亀裂深度は5m程度と判断された
- 電気探査を応用した亀裂調査法は地震直後の緊急調査に有効
- 現場における3次元解析を実用化

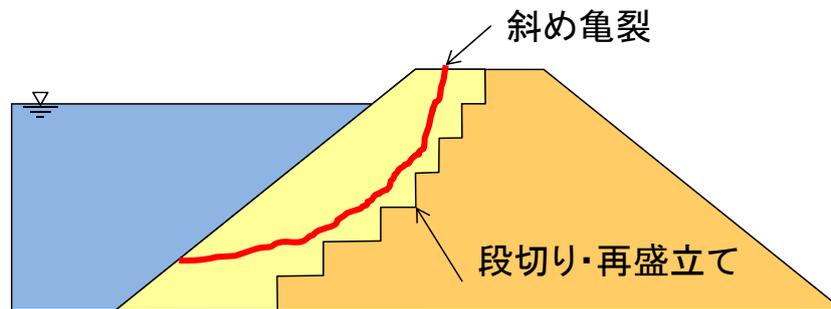


4.35m掘削で亀裂下限確認できず。  
 掘削底面からピン貫入可能な0.4m  
 (深度約5m)までを亀裂と判断

堀 俊和 上席



鉛直な亀裂が発生した堤体の復旧



すべりを伴う亀裂が発生した堤体の復旧

堀 俊和 上席

## ため池の耐震性評価と課題

地震による破壊の  
予測と安全性評価技術



被害を再現できることを確認して、  
復旧・対策・耐震性を検証

信頼性

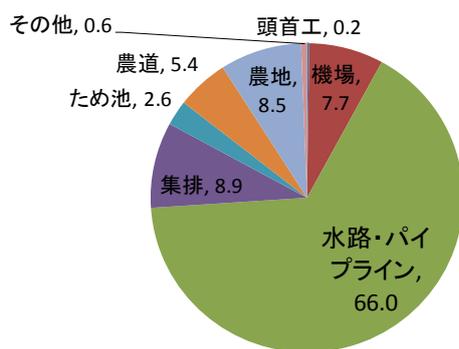
### 東海・東南海・南海地震を想定した老朽大規模ため池の耐震性の検討

- 堤体の屈曲部などの弱点を持つため池の評価
- 調査方法の確立 (堤体土質、不均一性、基礎地盤状況)
- 診断評価手法の確立 (簡易解析など)
- 簡易な耐震補強技術 (押さえ盛土、表層保護、侵食防止)

# 5 水路・パイプライン等の被害状況と復旧

## 水路・パイプラインの被害状況

### ● 農地・農業用施設等の被害状況（茨城県）



● 全施設被害 4,643箇所  
(4/7日時点)

➔ ● 水路・パイプラインの被災が66%

● 線的構造物のため被災箇所が多くなる傾向

### ● 農地・農業用施設等の被害状況（全国）

	箇所数	被害額	(5月16日)
農地の損壊	4,694	3,761億	
農業用施設	16,066	2,781億	

- 利根川沿いの茨城県, 千葉県で液状化が発生し、農地・水路に被害が発生→19地点を現地調査
- 稲敷市では570haの水田が作付けできない状況



液状化の発生を確認した地点

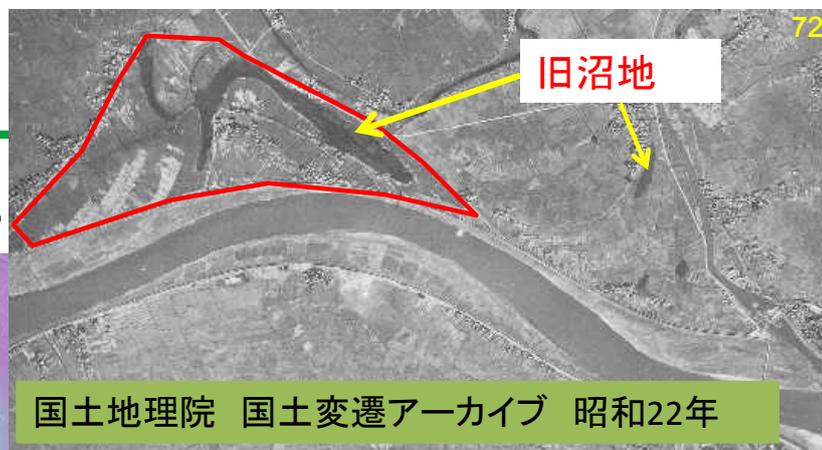
- 液状化の被害大で作付け困難な地区
- 液状化の被害により一部の水田で作付けが困難な地区

出典: Google Earth

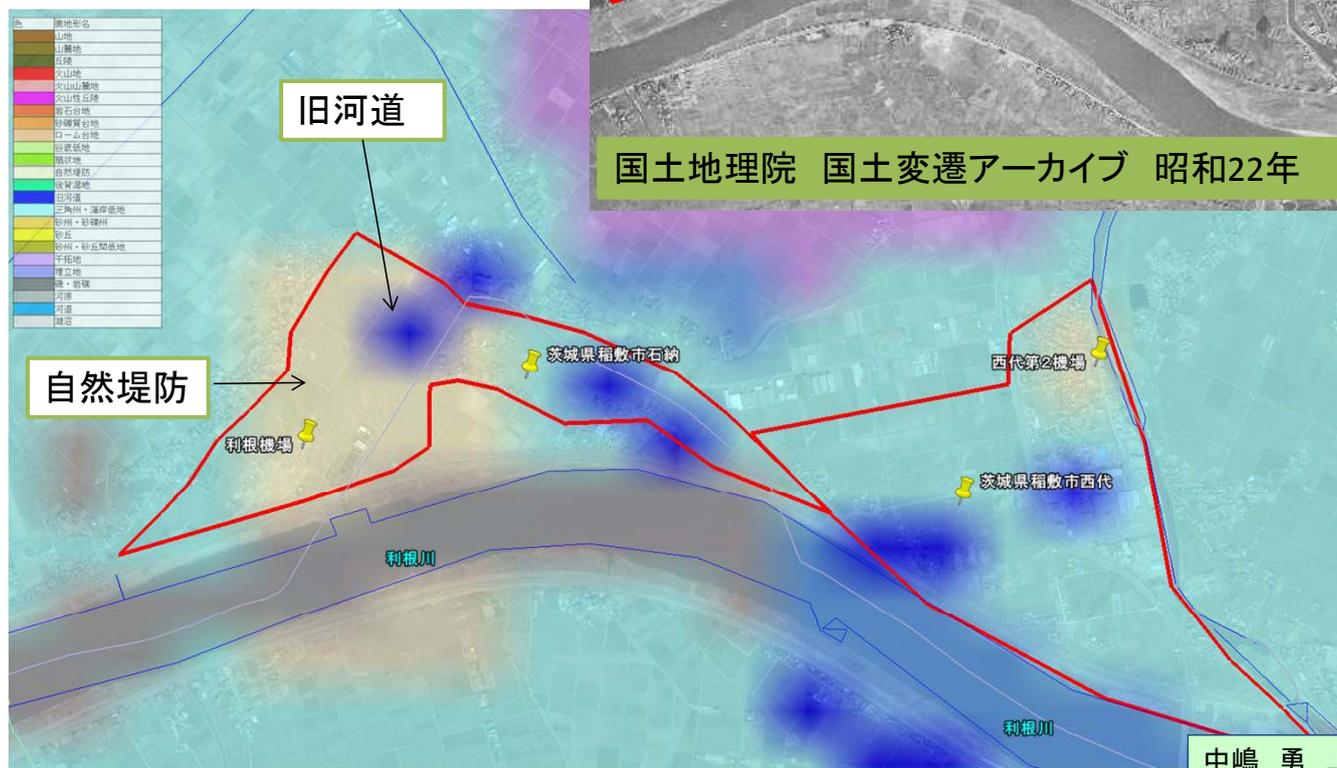
中嶋 勇 上席

## 液状化の発生と微地形

- 土地の履歴(旧河道,



国土地理院 国土変遷アーカイブ 昭和22年



中嶋 勇 上席

出典: 微地形メッシュは若松らによる約250 m メッシュの微地形区分に基づく ( (独)防災科学技術研究所地震ハザードステーションより), Google Earth

### ・排水路の一部が浮上



・被災直後は砂で埋没していたが、侵入した砂は水路の両側に排出されていた。

・排水路内には砂が残っている。

中嶋 勇 上席

# 隈戸川地区パイプライン被災調査

本地区では震度6強を記録

- 幹線用水路は漏水箇所9箇所
- 漏水のおそれがある箇所3箇所
- 弁室周辺の大きな沈下・隆起3箇所
- パイプライン横断道の沈下3箇所
- 管理用道路のクラック3箇所

が確認されている。

全長18kmの内、3kmのパイプラインを布設替える



中嶋 勇 上席

# 幹線パイプの浮上による被害



中嶋 勇 上席、毛利

FRPM管3種φ2200、土被り約2.5m  
[被災の状況] ● 約1.4kmにわたり亀裂・沈下

- 亀裂の深さは最大で1.6m以上
- パイプが浮上したため道路中心部に亀裂
- 埋戻し土の液状化が考えられる
- 矢吹第2空気弁工と地盤に1.5mの段差 (空気弁工周辺には噴砂)
- パイプの継手部は大きく変位している (数十cmの不陸・蛇行)
- 水平たわみ量は16mm (0.7%) ~ 65mm (2.9%) : 許容値 5%

# パイプ内部の状況



[被災の状況]

パイプの不同沈下によって広範囲に湛水している

継ぎ手部の移動状況=大きく抜け出している

中嶋 勇 上席、毛利

被害の再発防止も考慮



原則として以下のいずれかの対策を行うことが望ましい。

- ① 埋戻し部の**締固め**
- ② **砕石**による埋戻し
- ③ 埋戻し部の**固化**

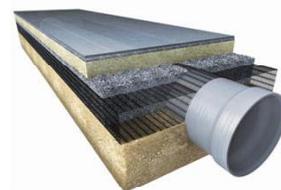
締固め度が90%程度以上であれば浮上がり等の被害が生じにくい。

平均粒径(D50)が10mm以上かつ10%粒径(D10)が1mm以上の砕石を用いる。

セメント添加量は、一軸圧縮強度(28日強度)が、現場強度として50kPa~100kPaを確保する。

中嶋 勇 上席、毛利

## 砕石を用いたパイプラインの耐震化



浅埋設工法のイメージ

砕石によってパイプラインを埋戻してジオグリッドを用いた補強土工法を併用することによって、地盤の液状化を防止して耐震化を図る事例(浅埋設工法)

## 6 海岸堤防の被害状況と対策

- 海岸堤防(線構造物)での対策
- 面構造物での対策
- 農地の活用
- 集落移転

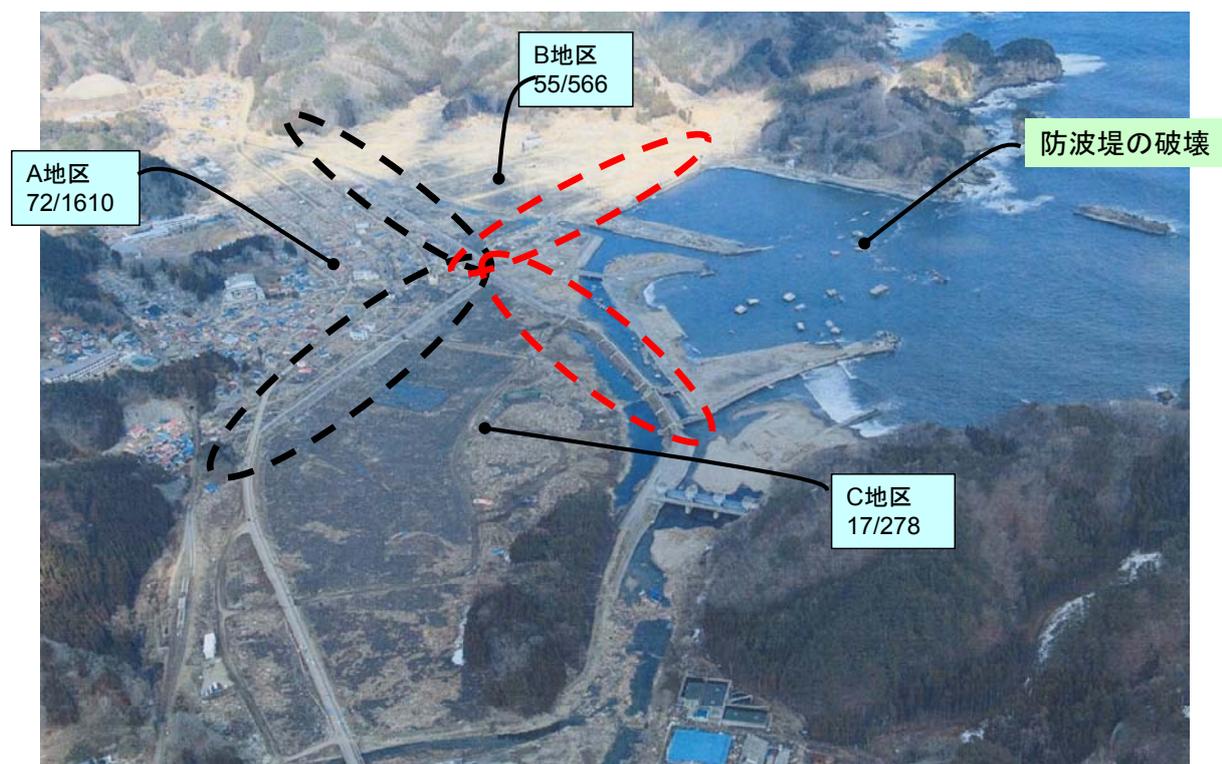
岩手県山田町船越 浦の浜地区



- 両岸からの津波の遡上によって農地が完全に浸食され海水が湛水している
- 集落は高台に集中



●杭基礎ごと転倒した堤防



明治大津波(1896年)で1859名(生存36名)、昭和大津波(1933年)911名(住民の1/3が不明)  
二重の防潮堤、完全に越流し市街地が被害、堤防は一部破堤、裏法面侵食  
コンクリート目地の段差や開きの大きい田代川水門側堤体で侵食



陸（第2線堤防側）

海



第1線堤防の陸側法面

第1線堤防の海側法面



- 前面は直立壁で波除工がある
- 堤防裏法の侵食が著しい
- 裏法先の地盤侵食は20m幅に及ぶ

## 堤防裏法面の侵食状況



- 波除工が破損した場合は、堤体侵食が緩やか

- 波除工と天端工が残った場合は、天端工の裏側まで侵食がすすむ



- 波除工だけが残った場合は、堤体侵食面は急斜面となる



- 裏法面の侵食
- 表法面の破損
- 表法面先の先掘削





- 漁港部分での減勢が大きく津波は堤防を越えなかった

普代村太田名部 15.5mの防潮堤 (2011年4月28日撮影)

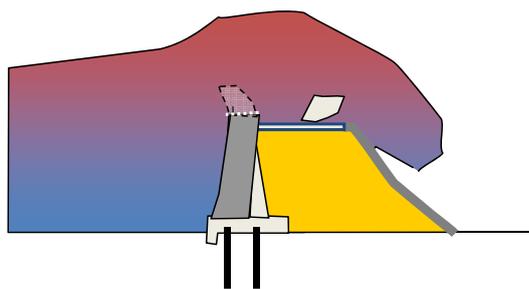
福与徳文上席

## 想定される堤防破壊過程

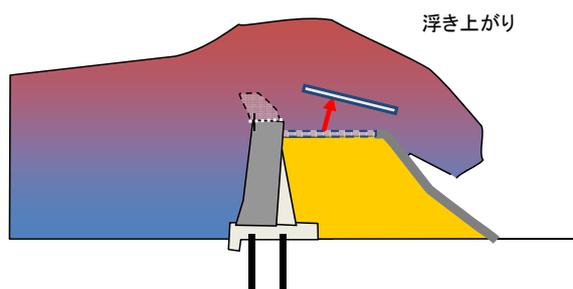


## 農研機構

90

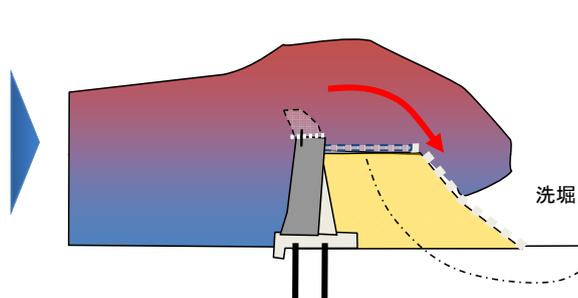


パラペットの破壊



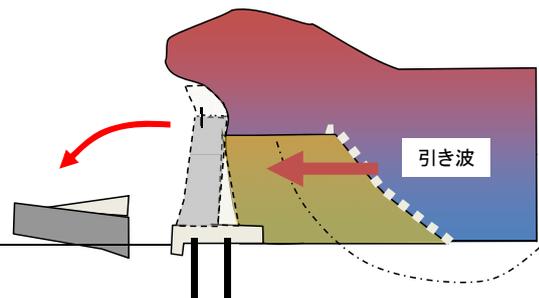
天端被覆の浮き上がり

浮き上がり



裏法部の洗掘

洗掘



裏法の洗掘と引き波による海側への力

引き波

### ●「津波防災まちづくり制度」の具体化

1. ハード・ソフトの施策を組み合わせた「**多重防御**」による「津波防災まちづくり制度」を早急に具体化する。
2. 新たな法制度の創設に向けて検討

国土交通省HP,2011.7

# 沿岸部の対策のあり方

今回の津波で、沿岸の津波防災対策の対象が変わる

- 沿岸域の災害は、どのようにして防ぐか。
  - 津波堤防を広域に整備？
  - 沿岸部の被災を想定して、**内陸部を確実に防御**
- 人命の保護が第一目標

減災農地の整備

### ●農地を海岸防御のバッファーとして利用

- 農地の被災は瓦礫が少ない
- 高盛り土の道路が津波遡上の抑制に効果
- 海水流入による塩害防止のため、早期の排水、除塩用水を確保

- 堤防の高さは高潮を想定し、津波では越流する
- 津波の減勢は堤防だけでなく、その背後地でも行う  
**(後背地での面的減災)**
- このため、越流後、堤防の後背面の減勢で津波の遡上を最小に抑える
- 堤防は越流に対して強い構造とし、二次災害を防止
- 被災しても、生活復旧が比較的容易

計画以上の災害でも許容できる被災にとどめる

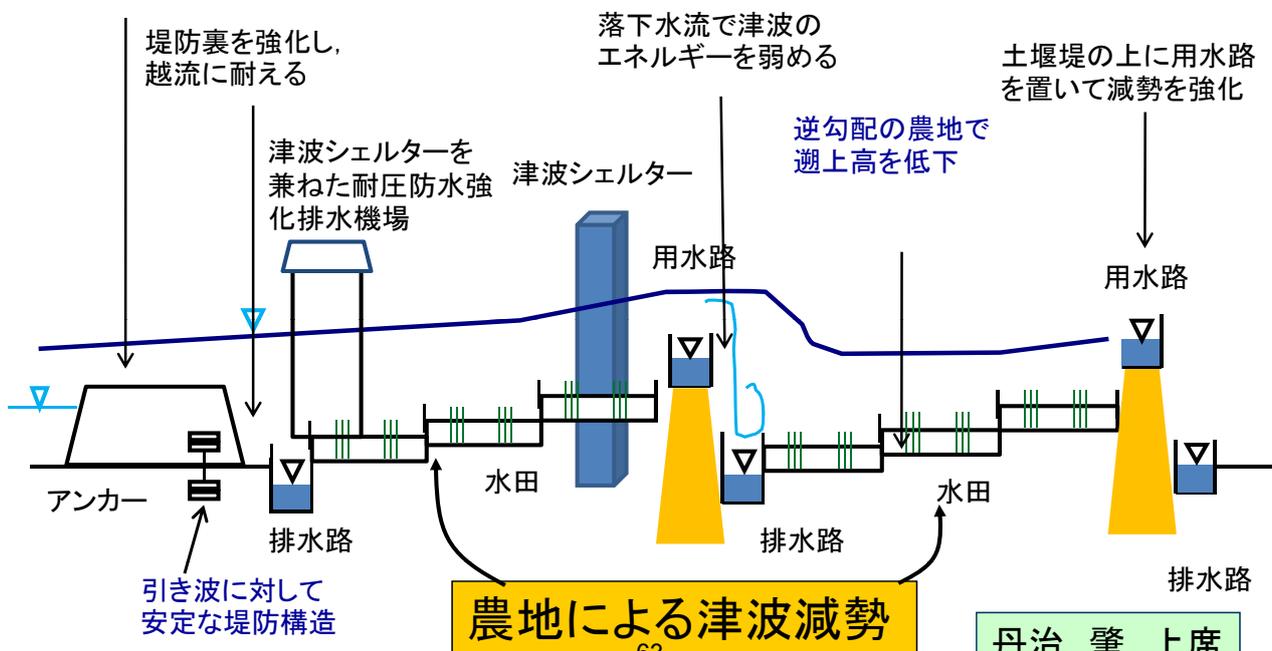
丹治 肇 上席

## 津波防災の構成要素

● 被災を最小限にとどめ、迅速な生産の再開を可能とする

構成要素: ①堤防、②後背農地、③用排水路、  
④津波シェルター、⑤農道(避難路)、⑥機場

松林などを活用し堤防幅を大きくして安定強化



丹治 肇 上席

### 制度面での課題

- 農地の被災を前提とすることの農家の理解
- 農地をバッファーとすることに対する保障制度の確立

### 技術的課題

- 農地及び減勢施設の津波遡上抑制効果の検証  
数値シミュレーション  
水理模型実験

丹治 肇 上席、桐 博英 主研

## 具体的な研究(支援)の例



## 農研機構

96

### 津波遡上計算について

減災農地の津波遡上抑制効果を検証するため、山田湾を例に津波遡上シミュレーションを実施している。

#### 計算手法の概要

- 解析モデル: 非線形浅水長波流れの有限要素モデル
- 要素サイズ: 海域の沿岸で約80m, 陸域で10m程度(図1)
- 粗度係数: 海域は, 全域で一定値(0.025). 陸域は, 土地利用に応じて設定。
- 堤防および道路等, 津波の遡上に影響を与える構造物は, 要素の辺縁に配置し, セキの越流公式を適用。
- 津波波高の境界条件は, GPS波高計の実測データ(岩手中部沖)を使用。

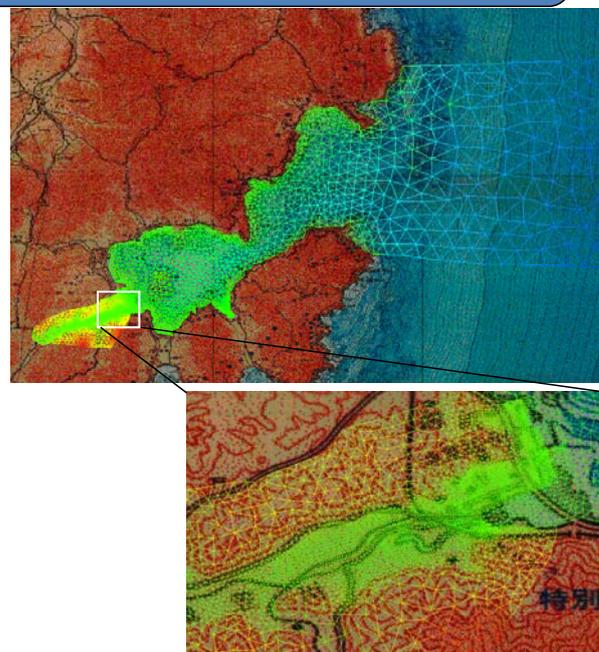
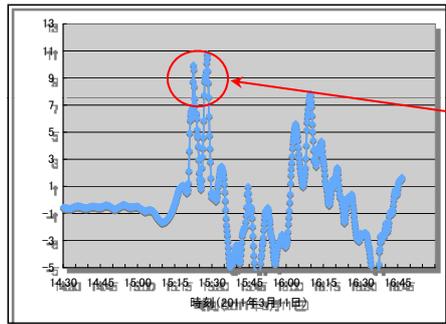


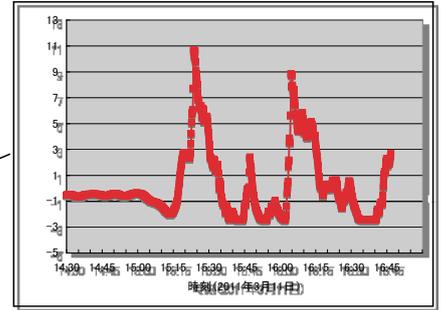
図1 解析メッシュ

桐 博英 主研

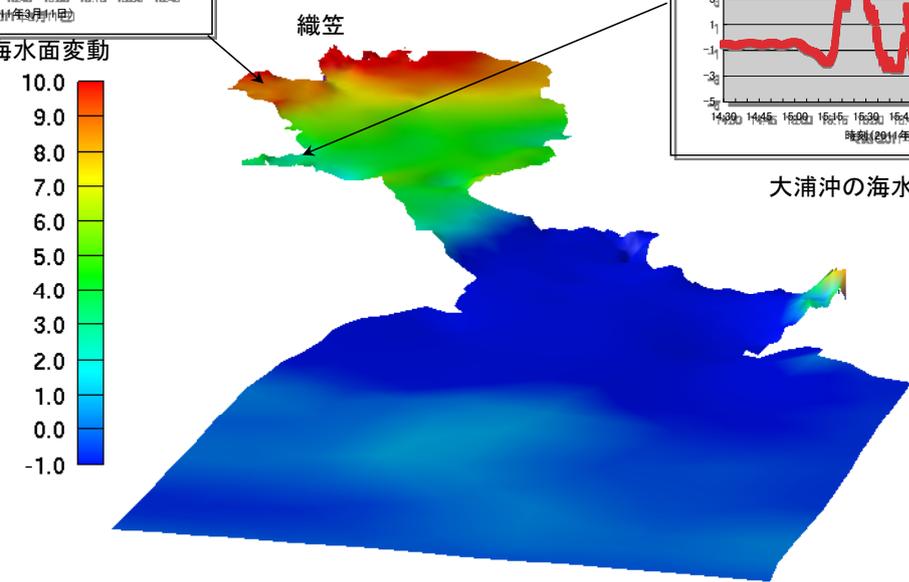


船越沖の海水面変動

ピークが2つ現れるのは、湾奥部で波が反射するためである。



大浦沖の海水面変動

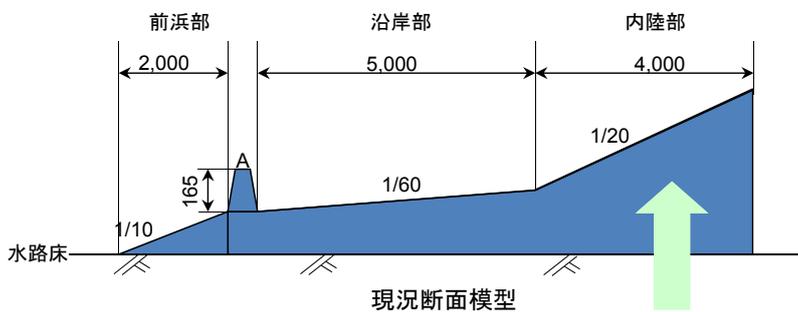


山田湾 湾奥部に津波が到達した時の波高分布

桐博英 主研

## 水理模型実験の概要

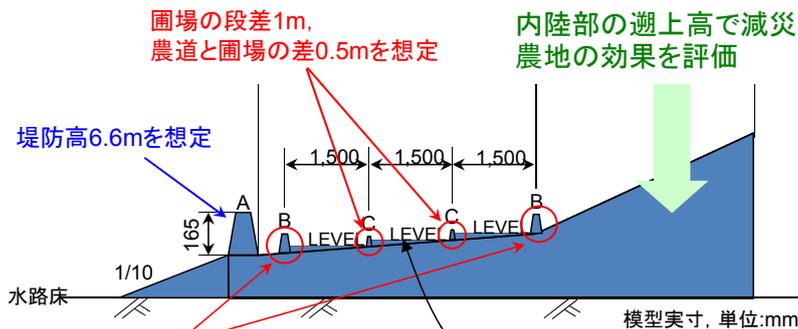
減災農地の津波遡上抑制効果を検証  
農地や第2線堤防の津波減勢能力を評価



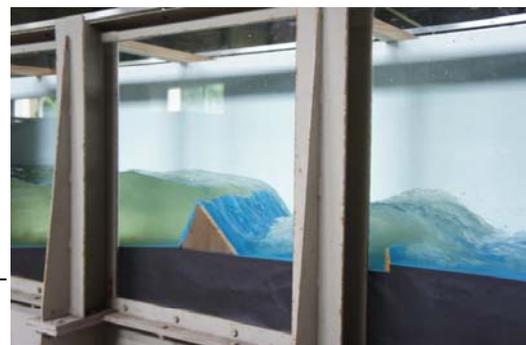
現況断面模型



津波堤棒の越流状況

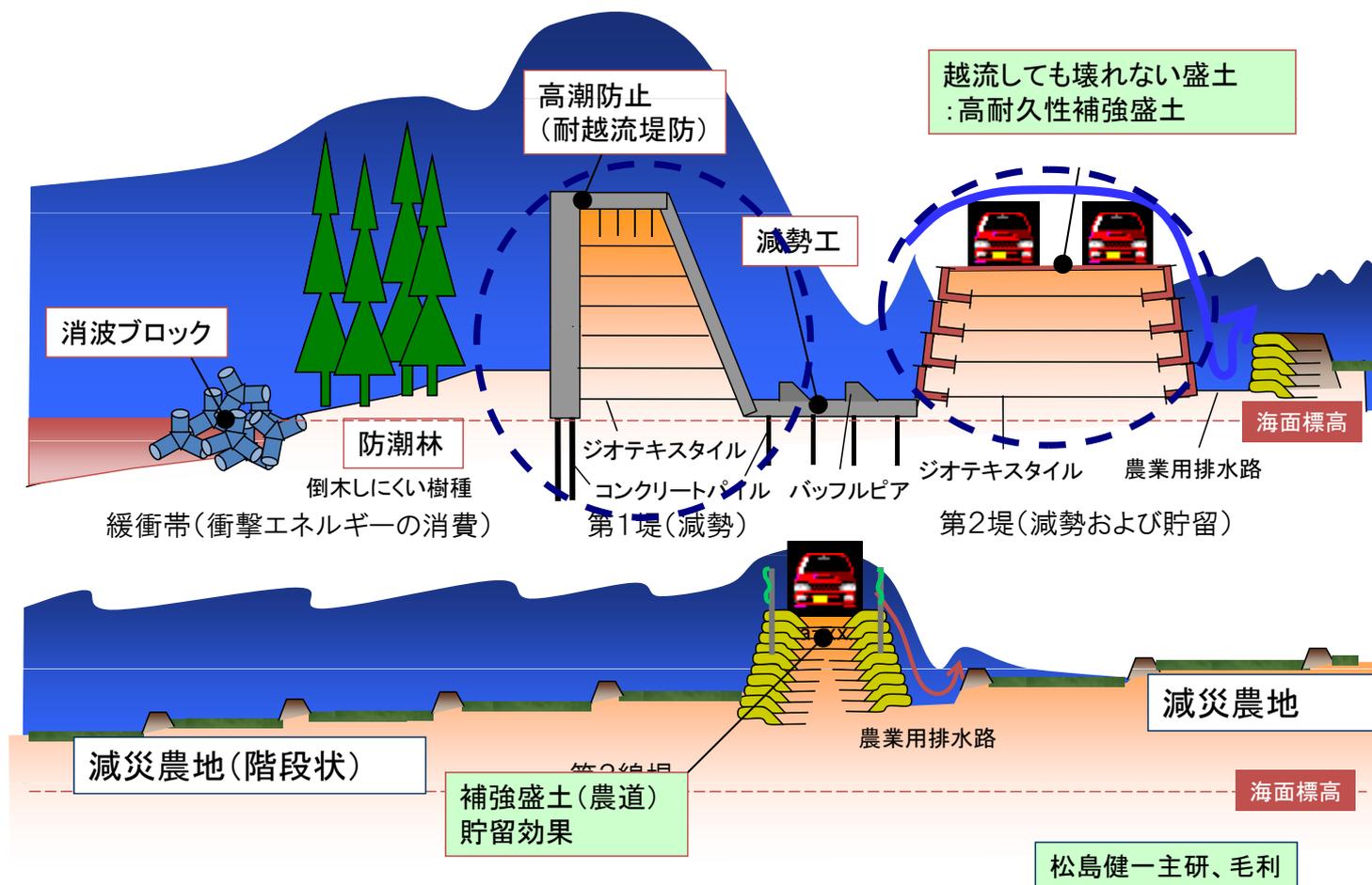


減災農地断面模型



第2線堤の越流状況

桐博英 主研



# 様々な減災施設の適用



津波シェルター(三重県)

## 避難路の確保と 津波防災施設の整備

- 輪中堤の適用による浸水防御
- 高床式住居による家屋の安全  
(基礎部分のRC構造による嵩上げ)

# 農村地域の復旧と復興

## 住民活動

## 集落(生活と生産の場)の復旧 施設の配置と復旧

### いのちと暮らしを守る農村地域の創造

#### 求められる姿

- 人命の安全
- 被災しても早期に復旧  
(減災農地)
- 高齢化社会に適応する営農
- 地域振興 (地域ブランド)



#### 考えるべき視点

##### [地域]：生活、環境、景観

- 安全な農村地域のデザイン (農村計画)
- 地域コミュニティ

##### [施設]：安全、安心

- 地震と津波でも機能を喪失しない施設
- 津波減勢型農地(減災農地)
- 避難路・時間の確保のための農地、農道
- 除塩対策 (1年以内の営農再開)
- 高度な用水管理

##### [営農]：生産、担い手

- 東北ブランド
- 労働集約型の営農
- 栽培管理
- 農漁業の連携

### [今回の被災の特徴]

- 津波堤防の整備地域 (田老・小白浜)
  - 津波堤防を整備して津波を防ぐ
  - 住居は海岸沿いにある
  - 結果として、被災し多くの人命が失われた。
- 高台へ集落移転 (吉浜・合足)
  - 堤防計画以上の津波を想定して
  - 住宅は安全な高台に移転
  - 農地は低地で被災
  - 人的な被害は比較的小さい

### [考えられる対応策] : (減災農地)

- 津波が海岸堤防を越えた時に、海岸沿いの農地が被災するが、全体の被害 (特に人的被害) の軽減を図る
  - 計画水準以下の被災 → 堤防施設などで農地、集落を防御する
  - 計画水準以上の被災 → 農地は被災し、人命と財産を守る

丹治 肇 上席

## 被害の少なかった大船渡市吉浜



下通りと呼ばれる県道

### 下通り(県道)の上の集落と県道下に広がる農地の津波被害の状況



高さ7mの防波堤があった

### 破壊した海岸堤防から見た農地と集落の様子

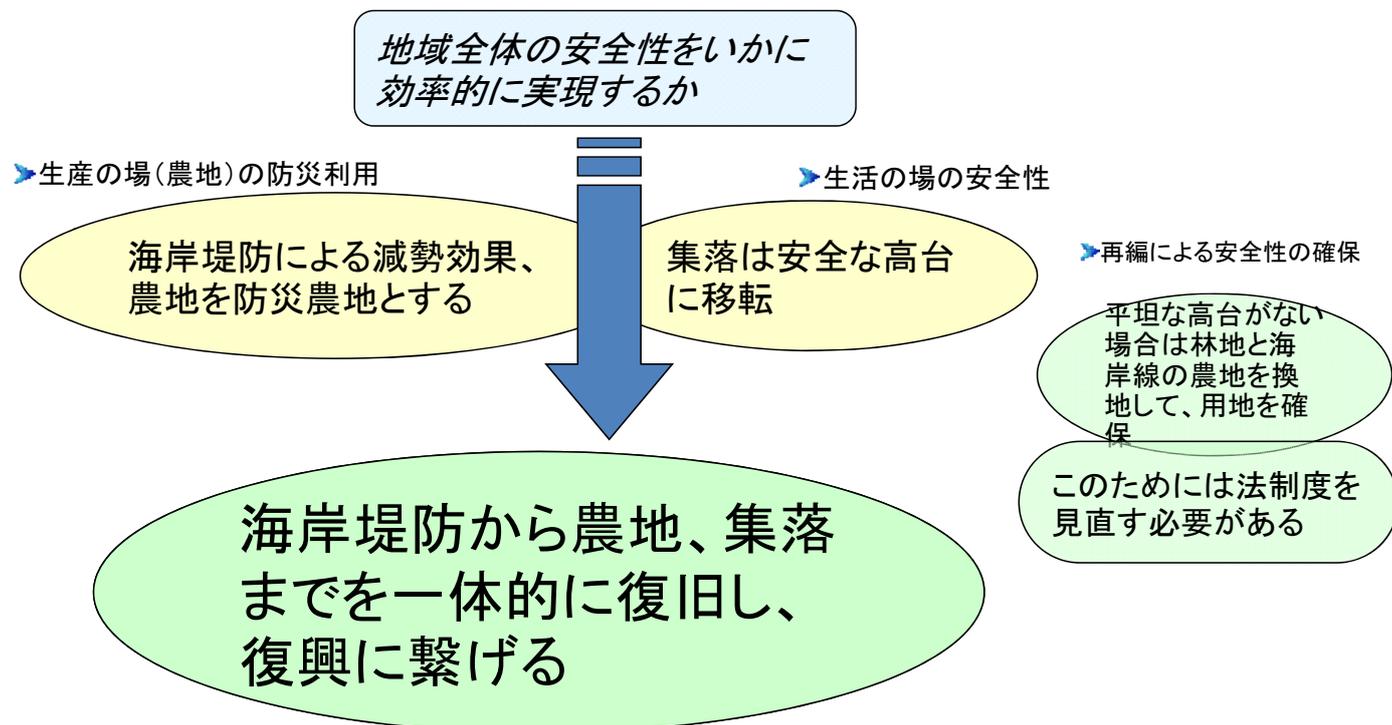
約100軒の集落は、20~30mの高台に並ぶ

1896年の明治三陸陸大津波では死者行方不明が200名を超える(その後、高台移転)

1933年昭和三陸津波では下通り周辺の集落は無事、低地の17名が行方不明。

→ 数年後に高台への集団移転が完了

### 災害を堤防などの施設だけで完全に防止することは困難



## 復興のための農地の役割

### ●労働集約型生産拠点

- 地域特性（労働力）を考えた営農
- 軽労、高収益な生産
- 高潮、津波被害からの迅速な復旧と生産活動の再開
- 品種開発、作付け方法、畜産との連携

### ●津波減災効果(減災農地の活用)

- 集落を守る農地の構造と配置
- かんがい施設は被災しない
- 生活の場からの利便性

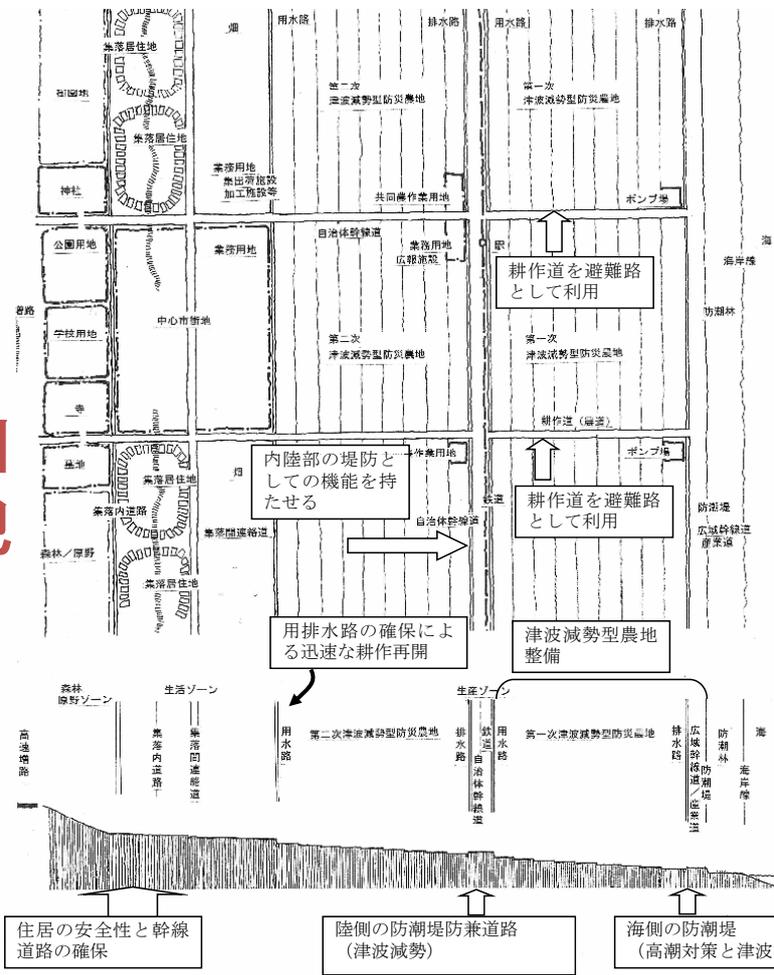
山地

海



山地

海



海岸堤防から後背農地  
を利用した減災を実現  
する地域のイメージ

- 住居の安全性と幹線道路の確保
- 陸側の防潮堤防兼道路 (津波減勢)
- 海側の防潮堤 (高潮対策と津波減勢)

提案



堤防の破壊による防御機能の喪失



排水施設の機能停止による被害の長期化



地域コミュニティが失われない限り、農地は必ず修復できる

津波に耐える持続的農業生産基盤の構築

求められる姿

- ・被災しても人命・財産が守られ、農業が早期に復旧できる減災型農村
- ・人口減、高齢化社会に向けた、将来に安心感をもてる農業生産

研究開発面から提示する解決策

- ・津波でも**機能を完全に喪失しない**海岸保全施設、**農地の減勢機能**による避難時間・場所の確保
- ・高度な**情報技術の活用**による水管理、生育管理を行う次世代農業

新たな農地による大規模有機農業の展開

- 農薬・化学肥料を投入していない、新たな農地で有機農業を大規模に展開(安心・安全な東北ブランドの構築)
- 沿岸部に土地利用型農業、二線堤背後に高付加価値農業施設を配置し、災害に強い持続的農業の確保
- 分散した集落を高台に集約し、強力な地域コミュニティを構築し、水管理等を遠隔操作。

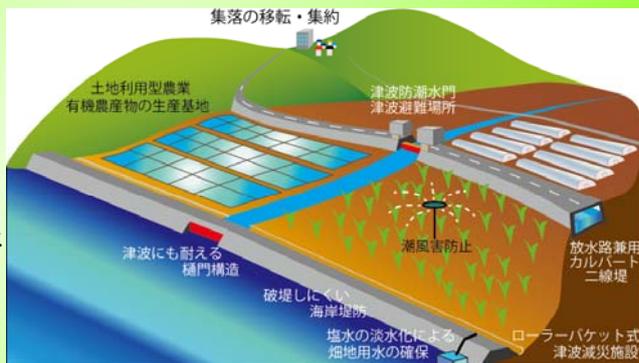
有機農産物生産基地構築のための研究戦略

農地が災害から命を守る技術

- ・農地による津波減勢効果の発揮
- ・シミュレーションによる効果的な海岸防御施設計画
- ・津波の来襲にも機能を維持できる樋門、堤防構造
- ・通常時は道路として利用、非常時には放水路として氾濫水を排除する、カルバート二線堤
- ・農業者の避難場所を兼ねる津波防潮水門

農業生産を支える技術

- ・葉温低下と潮風害防止のための散水システム
- ・塩水淡水化による沿岸域での用水確保



研究開発が目指す農村空間の将来イメージ

岩手県大船渡市吉浜地区

住民主体の復興計画づくり支援

住民自らが復興計画を作成しようとしている地区において住民に寄り添って復興計画づくりを支援する。

1. 計画策定の段取り(プロセス)の手ほどき
2. 意思決定のための技術的支援(景観シミュレーション、津波シミュレーション)

住民の復興計画案:住居(高台)と農地(低地部)の間に第二堤防(兼集落道)を整備する。



111 農研機構

現況



景観シミュレーション1



景観シミュレーション2



景観シミュレーションの提示



福與徳文上席

これを見た住民の意見:もう少し(家の石垣が隠れるくらい)高した方がよいなあ。

住民の復興計画案:お祭りで、御神輿がまっすぐ浜に下りられるようにする



112 農研機構

現況



景観シミュレーション1



景観シミュレーション2



景観シミュレーション3



住民の感想・意見:これを見たら元気が出できた。お祭り広場も整備しよう。

福與徳文上席

- 復興に向けて、地域住民に**誇りと勇気と元気**を取り戻してもらおう。
- 景観シミュレーションによる**具体的イメージ**が住民の意思決定を支援する。
- 津波シミュレーションによって、住民自身による復興計画に**科学的根拠**を与える。
- 施設の構造、規模、配置が復興の中で最適な位置に納まる。=>**安全と安心**

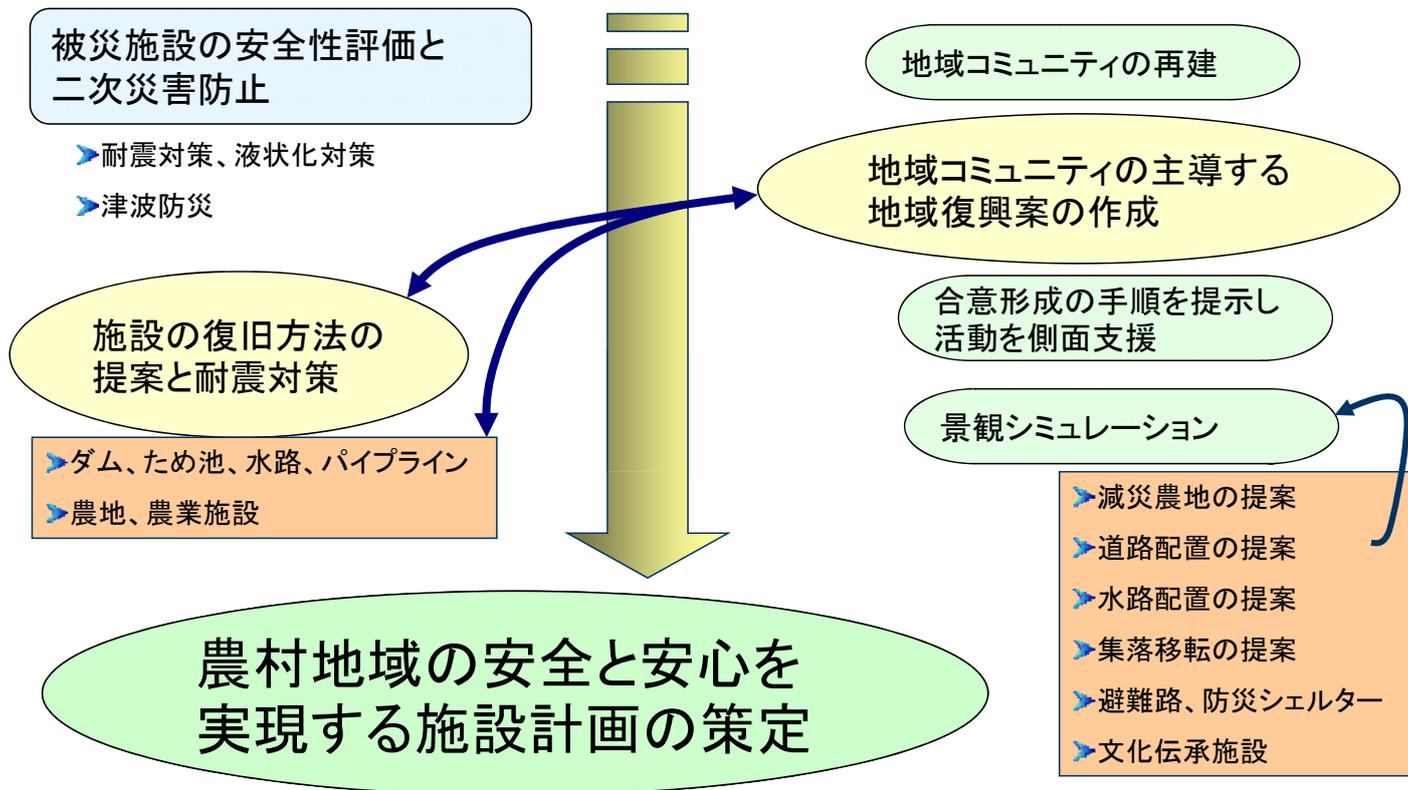
福與徳文 上席

## 最後に

1. 復興の主役は被災した地域住民
2. 地域コミュニティの活動が復興に繋がる
3. 様々な合意形成が重要
4. 迅速な復旧から復興へ
5. 復興に繋がる計画
6. 施設の耐震対策とともに迅速な避難システムの確立が重要

(危険性の診断評価、ハザードマップ、情報伝達)

農村地域の津波・地震による被災



ご清聴ありがとうございました



## 講演会を終えて

当協会は公益事業の一環として、北海道の農業農村を取り巻く情勢、食に関連する身近な話題、会員各社の専門性の高い研究成果などを講演頂く、土地改良研修会を年数回開催しております。

今回は、「農業用施設の被災と復旧・復興」と題し、(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所長 高橋順二様から、東日本大震災での農用地及び農業用施設の被害状況、農村工学研究所の取り組み、農業農村整備事業が及ぼす効果など幅広いテーマで、ご後援頂きました。

今後も、こうした形での情報提供を行っていきたいと考えておりますので、ご支援とご協力をお願いいたします。

### 講師 高橋順二氏の略歴

#### [略歴]

昭和 51 年 4 月 農林省入省  
北海道開発局土地改良課、札幌開発建設部  
岩見沢農業事務所に勤務  
その後、東海・近畿・北陸の各農政局、  
構造改善局、農村工学研究所等に勤務  
平成 13 年 5 月 農村振興局水利整備課施設管理室長  
平成 14 年 4 月 農林水産技術会議事務局国際研究課長  
平成 16 年 4 月 (独)農業工学研究所地域資源部長  
平成 18 年 4 月 (独)農研機構 農村工学研究所  
農村総合研究部長  
平成 23 年 4 月 (独)農研機構 農村工学研究所 所長  
現在に至る

## 平成 23 年度 第 1 回土地改良研修会 講演録

---

発行 一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会  
〒060-0807 札幌市北区北 7 条西 6 丁目 2-5 ND ビル  
TEL 011-726-6038 FAX 011-717-6111  
URL: <http://www.aeca.or.jp/>

---