

気候変動適応における広域アクションプラン策定事業 東北地域

雪分科会アクションプラン概要

雪分科会 ① 事業概要

テーマ：降雪パターンの変化による水資源管理と利用可能性の変化への適応

気候変動による降雪パターンの変化に伴い、河川流量や地下水賦存量が変動することが考えられる。特に東北地方では、降雪の減少や春季の気温の上昇に伴い、融雪量や融雪時期の変化が、今後、各種の用水利用等への影響を与えることが懸念される。本調査では、将来の東北地域における降雪・融雪状況や水資源の利用可能性の変化に対応するため、地域の関係者の連携によるアクションプランの策定を目指す。

<アドバイザー>

座長： 東北大学 教授 風間 聰
(水資源、河川工学)

アドバイザー： 秋田県立大学 教授 増本 隆夫
(農業水文学、排水工学)

※敬称略

<有識者>

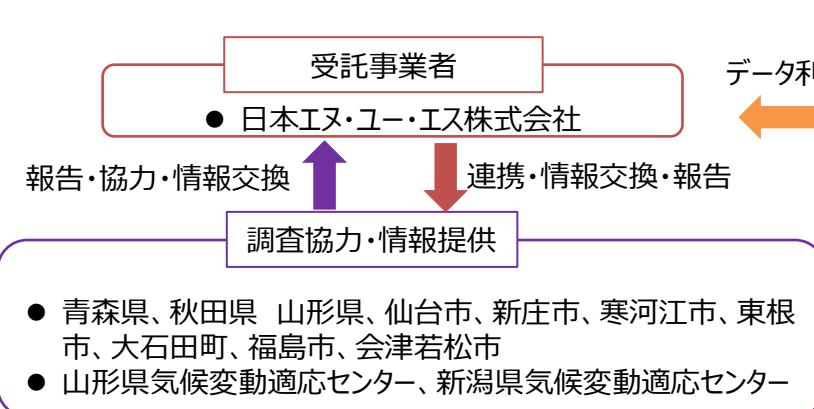
農研機構 農村工学研究部門 吉田 武郎
(水文学、農業水文学)

※敬称略

<推進体制>

広域協議会
分科会
事務局

報告・連携
助言・支援・連携



<メンバー>

令和5年2月現在

種別	メンバー
地方公共団体	青森県、秋田県 山形県、仙台市、新庄市、寒河江市、東根市、大石田町、福島市、会津若松市
地域気候変動適応センター	山形県気候変動適応センター 新潟県気候変動適応センター
地方支分部局	東北地方環境事務所

- データ
- 気象庁 アメダスデータ（オープンデータ）
 - 国土交通省 水文水質データベース（オープンデータ）
 - 国土交通省 東北地方整備局（水文水質データベースにないダム諸量（貯水池の貯水位・流入量・放流量等）データが必要となった場合データの有無や使用可否についてご相談する可能性あり）

雪分科会 ② 調査背景と地域課題

背景

- 現状の渇水状況として、渇水傾向になると事前の対策がとられていることもあり、大きな被害は発生していない。一方で将来は、現在よりも積雪の減少やそれによる河川流量の減少等が示唆されており、現在発生していない被害が発生する可能性が懸念される。そのため将来の被害を想定した上での事前の対策が重要となる。影響の詳細については以下に示す。
- 【現状】一級水系においては、渇水情報連絡会の開催や、渇水対応タイムライン^{※1}（一部の地域）の策定が行われており、渇水傾向時はそれらを目標とした行動が行われている。そのため、渇水による大きな被害は発生していない。
- 【現状】農業用水における渇水対策として、水源から水田までの水供給の管理を行っている土地改良区が、番水（水を順番を決めて配分）や水の反復利用等の対策を行っている。
- 【将来予測】気候モデルを用いて将来予測を行った結果、21世紀中頃、21世紀末（RCP8.5）ともに、融雪時期の早期化と積雪水当量の減少が予測された。
- 【将来予測】統計的ダウンスケーリング（DS）^{※2}を用いた河川流量の予測結果では、降雪や降雨の変化等により、稲作で多く水が使用される代かき期（4月～5月）と出穂期（8月～9月）の河川流量が減少しする結果が得られたが、d4PDF^{※3}を用いた降水量の予測結果では、将来平均的に降水量の増加が予測されており、予測モデルによって不確実性があることが明らかになった。

地域課題

- 将来の渇水被害が想定されることに加えて、地域課題により将来の渇水状況を悪化させたり、渇水対策（適応策）を困難にする可能性が示唆された。
- 人口減少、高齢化による労働力不足
 - きめ細かな水管理や水利施設の維持管理が困難
 - 山荒れによる山地の保水力の低下
- 米生産の変化による影響（米需要の減少・米価の低下・農業用機械の価格高騰による経営方法や生産作物の変化による水利用への影響）
- 豪雨による影響（河川地形の変化や、水利施設への被害、ため池への土砂の堆積等）
- 水利施設の老朽化

モデルケース水系

- 秋田県子吉川水系
- 宮城県名取川水系

※1渇水関係機関の連携のもと作成する、渇水の深刻度の進展と影響・被害を想定した「渇水シナリオ」と、渇水による被害の軽減と最小化のための対策等を時系列で整理した「行動計画」で構成するもの。

※2統計的・経験的な関係を用いた手法を用いて、全球モデル（GCM）の解像度（100km程度）を細かく表現する方法。

※3地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース
(database for Policy Decision making for Future climate change; d4PDF)

雪分科会

③ ヒアリング結果

- 土地改良区へのヒアリングによって得られた子吉川水系における水利用の課題の整理結果を図1に示す。

共通の課題 :

- 農業の担い手不足や高齢化、地域の人口減少
 - 渴水対策として水路やため池の管理は大変重要であるが、高齢化により難しくなってきている。
 - ため池の利用が難しくなると防災の観点から撤去しなければならない。
 - 後継者不足により、その地域の利水を理解し、こまめに水の管理ができる人が減ってきてている。ノウハウの引継ぎも難しくなってきている。

子吉地区（子吉土地改良区）

- 塩水遡上が毎年発生しているが、水の反復利用により大きな被害は発生していない。
- 大谷地ため池という大きなため池があり、これが空にならない限りは渴水被害が発生することはない。

鮎川周辺（鮎川土地改良区）

- 夏場に渴水傾向になりやすい。川下では特に渴水傾向となる。
- 管理が追いつかず、山が荒廃しており、保水力が失われていると感じている。
- それにより土砂災害・洪水の被害も増えてきていると感じている。

矢島地区（矢島町土地改良区）

- 鳥海山のある左岸側は水が豊富であるが、鳥海山のない右岸側では、渴水傾向になりやすい。
- 特に右岸側の、子吉川水系からの取水が難しい地点（ため池が水源の地点）においては渴水傾向になりやすい。

内越地区（内越土地改良区）

- 河川流量の減少により塩水遡上が発生し、揚水不可となる地点がでており、水の反復利用により対策を行っている。
- ため池から遠い地域では、渴水が発生しやすくなっている。
- 近年の豪雨により、揚水や貯水施設の破損が続いている。

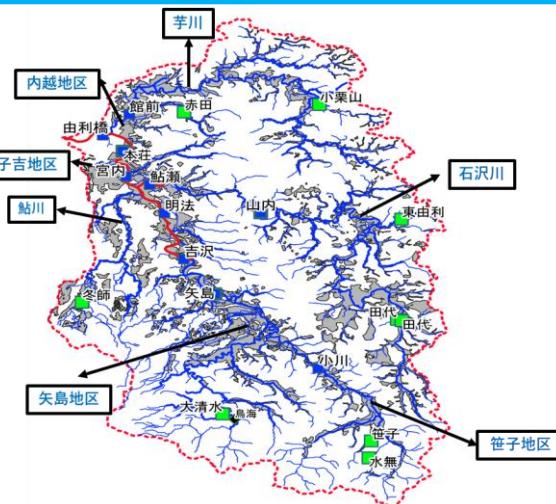


図1.子吉川水系流系図
(国土数値情報を用いて日本エヌ・ユー・エス株式会社が作成)

出典：「国土数値情報（行政区域、河川データ、農業地域データ）」（国土交通省）
[\(https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_0.html\)](https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_0.html)
[\(https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html\)](https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html) [\(https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A12.html\)](https://nftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A12.html)

芋川周辺（由利本荘市土地改良区）

- 渴水傾向になりやすい河川である。
- 河床の低下や、土砂の堆積等により川の流れが変化し、揚水がしづらく（揚水できる時間が少なく）なってきている。
- 豪雨災害により、土砂がため池に流入することが増えたと感じている。そのため、ため池の土砂流しを2～3年に1回実施できるように進めている。

石沢川周辺（由利本荘市土地改良区）

- ゲートの開け閉めや降雨に合わせた対応は経験則により対応しており、経験者の急な不在により引継ぎが上手くいかず、技術の伝承が難しくなってきている。

笹子地区（ 笹子土地改良区）

- 河川からの水と共に沢水も水源としているところ多く、雪が少ない年でも渴水が起りにくい地域である。
- 木の伐採が進んでおり、山荒れによる保水力の低下が懸念される。
- 河川からの水と共に沢水も水源としている地域では、豪雨により流出した流木や土砂が水路に入り、排水ゲートを塞ぎ、田んぼへ水があふれる湛水被害なども増えてきている。

雪分科会 ④ ヒアリング結果

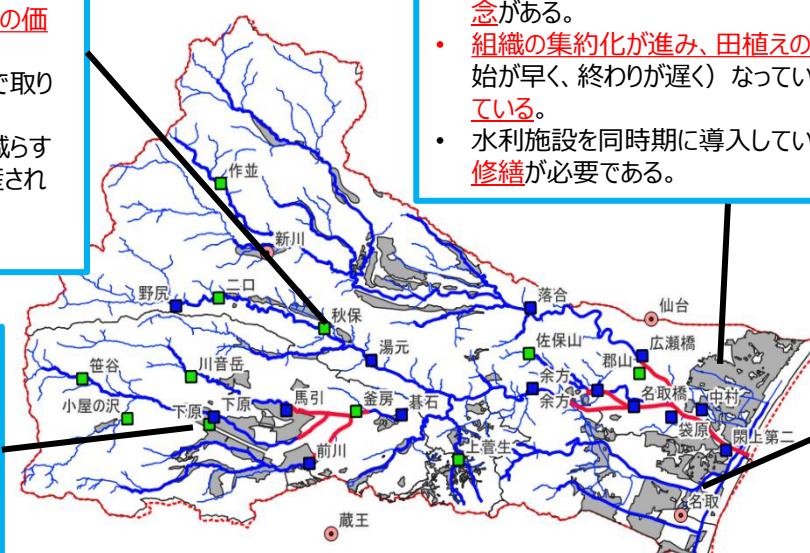
- 土地改良区へのヒアリングによって得られた、名取川水系における水利用の課題の整理結果を図2に示す。
 - 震災復興後に圃場整備や生産組織の集約が行われた下流域と、上流域の山間部では課題が異なることが明らかになった。

下流域

上流域

秋保土地改良区

- 圃場の3分の1がそばや大豆の転作作物生産している。
- 雪が極端に少ない年はあったが、沢水の量に大きな変化はなかった。
- 農家の高齢化や、米価の低下、農業用機械の価格高騰も大きな課題**となっている。
- 上記の課題はあるが、現状はいろいろと地域で取り組んでおり**耕作放棄地はない**。
- 化学肥料や化学農薬を従来の半分以下に減らす生産基準に沿って「**秋保環境保全米**」が生産されている。
- 山間地域のため、**獣害**が課題となっている



大倉川土地改良区

- 耕作放棄地**が増えていることが一番の課題となっている。
- 植林が進んでおり、**山荒れによる保水力の低下**が懸念される。
- 山間地域のため、**鳥獣害**が課題となっている。

仙台東土地改良区

- 東日本大震災の復興時、**水管理システムとパイプライン**が導入され効率的な水管理が実施されている。
- 効率的な農業として、大型機械を用いた**乾田直播**が実施されている地域である。
- 戦略作物の転作が進む中、3割の転作作物（大豆や麦等水をあまり使わない作物）を見込んだ水利権を申請している。転作作物として**飼料用米**が増えた場合には、水利用が食用米と変わらないため、**水の利用量が申請量より多くなってしまう懸念**がある。
- 組織の集約化が進み、田植えの時期が分散**したことにより、通水期間が長く（開始が早く、終わりが遅く）なっている。それに合わせて**操作のコストや手間も増えてきている**。
- 水利施設を同時期に導入しているため、一気に老朽化が進まないように**計画的に修繕**が必要である。

名取土地改良区

- 東日本大震災により、生産組織の集約化が進んできている。今まで水路の管理は組合員の共同作業が慣例であった。しかし、**集約化に伴い対応する人手が減少**し、昔のような水路の細かな管理が難しくなっている。（水がかけ流しになってしまることが多い）
- 組織の集約化が進み、田植えの時期が分散**したことにより、通水期間が長く（開始が早く、終わりが遅く）なっている。それに合わせて**操作のコストや手間も増えてきている**。

図2.名取川水系流域図

(国土数値情報を用いて日本エヌ・ユー・エス株式会社が作成)

出典：「国土数値情報（行政区域、河川データ、農業地域データ、河川データ流域界・非集水域）」

(国土交通省)

[\(https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_0.html\)](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_0.html)[\(https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html\)](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html)[\(https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A12.html\)](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A12.html)

雪分科会

⑤ 将来予測結果

【秋田県子吉川水系】予測結果の詳細はP55～P60

【積雪水当量（図3）】

- 将来予測の結果、融雪時期が21世紀末（RCP8.5）には、2週間～3週間早期化する可能性が示唆された。
- 積雪水当量（流域平均値）の最大値が21世紀末（RCP8.5）には、約210～240mm減少する可能性が示唆された。

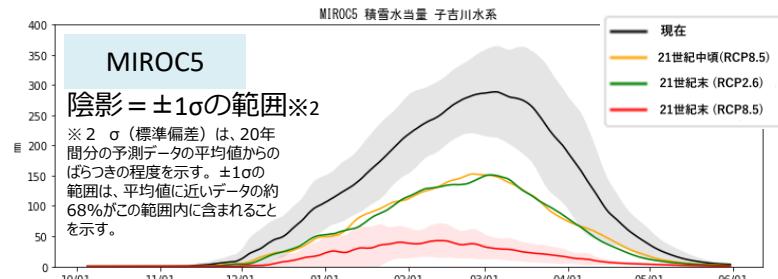


図3. 子吉川水系の流域における積雪水当量（mm）の将来予測結果（流域平均値）
気候データは国立環境研究所統計的DSデータ※1を利用

【河川流量（図4）】

- 将来の積雪水当量および降水量のデータを用いた河川流量の予測を行った結果、21世紀末（RCP8.5）、4月～5月に河川流量が減少し、代掻き期や田植えの時期へ影響を及ぼす可能性が示唆された。
- 一方で21世紀末（RCP8.5）には、1月～3月にかけては河川流量が増加、8月下旬頃には現象する結果が得られた。（有意差検定未実施）
→ 降水量の将来予測（特に夏場）は、不確実性が大きくあくまで統計的DSによる予測結果の1例を示したものとなる。（以下に情報を補足する。）

補足：【降水量（図5）】

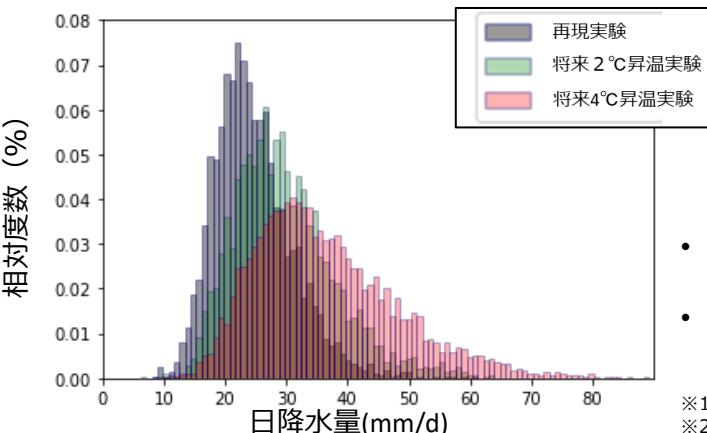


図5. 秋田県における年間の平均日降水量の将来予測結果の頻度分布
黒線：再現実験(50メンバ)、緑線：将来 2 ℃昇温実験(6モデル9メンバ)、赤線：将来 4 ℃昇温実験(6モデル15メンバ) 気候データの解析に※3,4を利用

- 将来の予測結果、秋田県の平均日降水量の頻度分布は、将来にかけて右に移動しており、平均的に降水量が増加する可能性が示唆された。
- 一方で、将来 2 ℃昇温実験の際に最小値を取り、モデルによっては現在より年降水量が減少する場合もあり得ることが示唆されている。

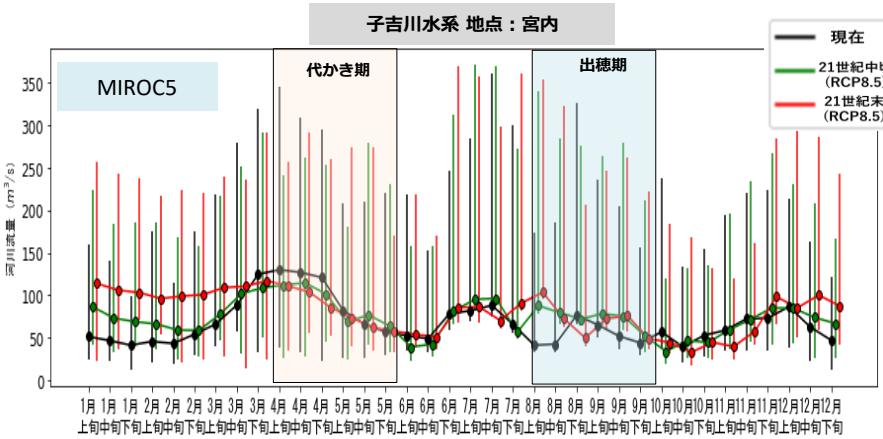


図4. 宮内における旬別平均値流量の将来予測結果
黒線：現在気候、緑線：21世紀中頃（RCP8.5）、赤線：21世紀末（RCP8.5）
折れ線は20年間※1の旬別値を平均したデータ、エラーバーは20年間の月平均値の最大値と最小値の幅を示す
気候データは国立環境研究所統計的DSデータ※1を利用

※1 気候データとしてCMIP5をベースにしたCDFDM手法による日本域バイアス補正気候シナリオデータ、Ver.201909（石崎、2020）を利用した
※2 20年間の期間：現在気候（1981年～2000年）、21世紀中頃（2031年～2050年）、21世紀末（2081年～2100年）

※3 気候データの利用としてSEAL (Nakagawa et al. 2020) を利用し、データの抽出を行った。

※4 SEALでは、気候変動リスク情報創生プログラムのもとで作成された、地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース(d4PDF; Mizuta et al. 2016) と気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)のもとで作成された、将来2℃昇温実験(Fujita et al. 2018) を使用した。

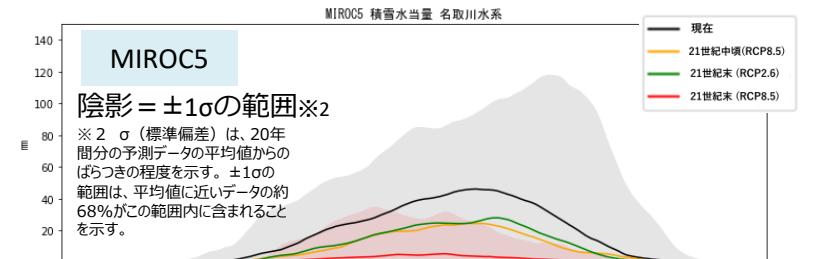
雪分科会

⑥ 将来予測結果

【宮城県名取川水系】予測結果の詳細はP55～P60

【積雪水当量（図6）】

- 将来予測の結果、融雪時期が21世紀末（RCP8.5）には、10日間程度早期化する可能性が示唆された。
- 積雪水当量（流域平均値）の最大値が21世紀末（RCP8.5）には、約40mm減少し、平均的にほとんど積雪しなくなる可能性が示唆された。



【河川流量（図7）】

- 21世紀末（RCP8.5）、大半の月で、現在気候より河川流量が増加することが示唆された。
- MRI-CGCM3の21世紀末（RCP8.5）の予測結果では、5月、6月に河川流量が減少する可能性が示唆された。（有意差検定未実施）
→ 降水量の将来予測（特に夏場）は、不確実性が大きくあくまで統計的DSによる予測結果の1例を示したものとなる。（以下に情報を補足する。）

補足：【降水量（図8）】

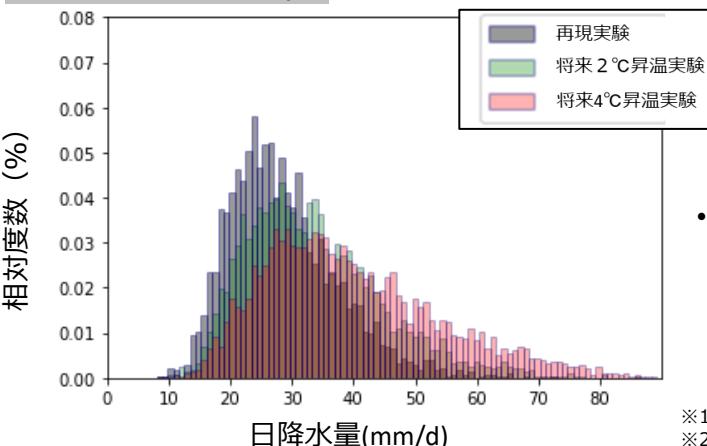
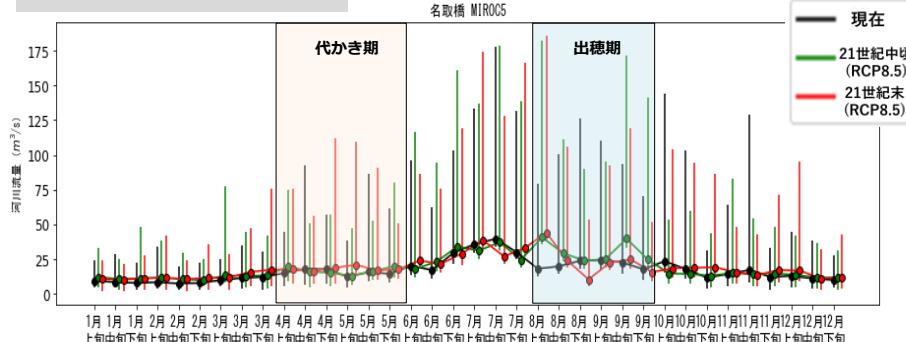


図8. 宮城県における年間の平均日降水量の将来予測結果の頻度分布
黒線：再現実験(50メンバ)、緑線：将来2°C昇温実験(6モデル9メンバ)、赤線：将来4°C昇温実験(6モデル15メンバ) 気候データの解析に※3,4を利用

名取川水系 地点：名取橋



- 将来の予測結果、宮城県の平均日降水量の頻度分布は、将来にかけて右に移動しており、平均的に降水量が増加する可能性が示唆された。

※1 気候データとしてCMIP5をベースにしたCDFDM手法による日本域バイアス補正気候シナリオデータ、Ver.201909（石崎、2020）を利用した
※2 20年間の期間：現在気候（1981年～2000年）、21世紀中頃（2031年～2050年）、21世紀末（2081年～2100年）
※3 気候データの利用としてSEAL（Nakagawa et al. 2020）を利用し、データの抽出を行った。
※4 SEALでは、気候変動リスク情報創生プログラムのもとで作成された、地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース(d4PDF; Mizuta et al. 2016)と気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)のもとで作成された、将来2°C昇温実験(Fujita et al. 2018)を使用した。

雪分科会 ⑦ 広域アクションプラン案

目的

渴水は直接的な影響が顕在化しづらい内容であり、かつ地域課題により、現状の対策を将来実施していくことが難しくなることが懸念される。これらの影響について、関係者から理解を得た上で、渴水に関する施策の推進や、その次に検討していくべき施策の検討を行う必要がある。以上より、本アクションプランの目的を以下の3点とした。

- 流域の水利用（特に農業用水の観点）において、流域内における既存の関連施策のコベネフィット※1・トレードオフ※2を明らかにする。コベネフィットを取り上げ、推進していくことで施策による相乗効果を目指し、渴水における適応としての効果を発揮していく。（アクションプラン①）
- 直接的な影響が顕在化しづらい渴水について、ステークホルダー※3や地域の方に、気候変動影響や抱えている課題、それらへの対策（適応策）を適切に理解してもらうことで、地域・流域単位での渴水に対する適応の意識を高めていく。（アクションプラン②）
- 既存施策の推進を行いつつ、次に実施していくべき適応オプションについて関係者間で協議を行うための基盤を作り、ステークホルダーがそれぞれの関係する計画の策定や見直しの際に、検討した適応オプションの内容が適宜反映されるような仕組みを作っていく。（アクションプラン③）

適応アクション

ステークホルダーの気候変動適応への意識向上

- 渴水効果の向上が期待される施策・支援事業の推進
 - 【防災関連】流域治水に関する取り組み（森林整備・治山対策、新たな洪水調節施設の設置）
 - 【農地整備関連】水利施設管理強化事業、多面的機能支払交付金、中山間地域等直接支払交付金、農地耕作条件改善事業
 - 【農業関連】水田活用の直接支払交付金、麦・大豆収益性・生産性向上プロジェクト、人・農地プランの推進
- ステークホルダーへの気候変動影響の周知を図り、適応意識を向上していく
 - 普及啓発活動の実施

適応オプション検討のための基盤整備

- 次期行っていくべき適応オプション選定のための協議
 - 協議会の実施

施策への反映

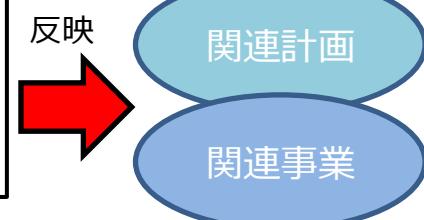


図9.渴水対策に向けた適応アクション

※1 一つの政策、戦略、又は行動計画の成果から生まれる、複数の分野における複数のベネフィット（効果）。

※2 複数の政策、戦略、又は行動計画において、1つを選択すると他方が成り立たない状態や、一方が得をすれば他方は損をしてしまうというような状況のこと。

※3 利害関係者。ステークホルダーとして農業用水の渴水対策に係る自治体関係部局（河川整備、農業振興、農地整備、森林整備等）や水管理を行う土地改良区、水利用者である農家を想定している。

雪分科会 ⑧ 広域アクションプラン案

②地域ローカライズに向けた情報整理

アクションプラン③：次期していくべき適応オプション選定のための議論

➤ 議論の際のベースとなる資料として以下表を作成した。優先順位の付け方として以下の案を示す。

表1.適応オプションの検討資料（概略版）

No.	項目	適応の観点	社会的要因に 対しても効果 が見込める※	ソフト 対策	実行可能性（次ページに基準 を記載）		
					人的 側面	物的 側面	コスト面
①	山林の管理・保全による保水力の向上	水源の確保			△	○	△
②	その他水源の活用の検討				△	△	○
③	既存貯水池の（維持）管理	安定的な貯水量の確保			△	○	○
④	新設ダムの適切な活用				△	○	◎
⑤	水路のパイプライン化	効率的な水管理の環境づくり	○	△	○	○	
⑥	用水管理の自動化		○	△	○	○	
⑦	農地の集積・集約化		○	○	△	◎	◎
⑧	既存渇水対策（蓄水・反復利用）を継続するための実施体制の整備 同上	渇水時の迅速な対応の継続実施		○	△	○	◎
⑨		効率的な水管理の継続実施 (土地改良区)			△	○	△
⑩	効率的な水管理のための新たな体制の構築（組織合併等）	効率的な水管理の継続実施 (農家)	○	△	不明	不明	
⑪	効率的な水管理のための新たな体制の構築（大規模経営・法人化）	大量な水利用に依存しない営農法や農作物の 適切な活用	○	○	○	◎	◎
⑫	乾田直播栽培の実施		○	○	○	○	△
⑬	農業用水を多く使用しない作物への転換			△	○	○	
⑭	水資源や節水に関する普及啓発や環境教育の実施	地域全体での節水意識の向上		○	○	○	○
⑮	気候変動に影響に関する普及啓発や環境教育の実施			○	○	○	○

雪分科会 ⑨ 広域アクションプラン案

実施体制・主体

- 環境部局が主体となり、関連施策の推進や、次期に行っていくべき適応オプション検討のための協議等を行っていく。
- 特に他省庁との情報共有やステークホルダーへの普及啓発活動の点で、東北地方環境事務所の協力のもと、最新知見の提供の観点等で、地域適応センターや専門家にも随時参加いただくことで実装を行う。

ロードマップ

- 秋田県子吉川水系と宮城県名取川水系をモデル地域として、アクションプランを検討した。
- ③の協議では、図1.1で示すような協議会を毎年開催し、各部局が渇水に関する指標を報告し、実際のデータを見ながら次回のアクションについて検討していく。

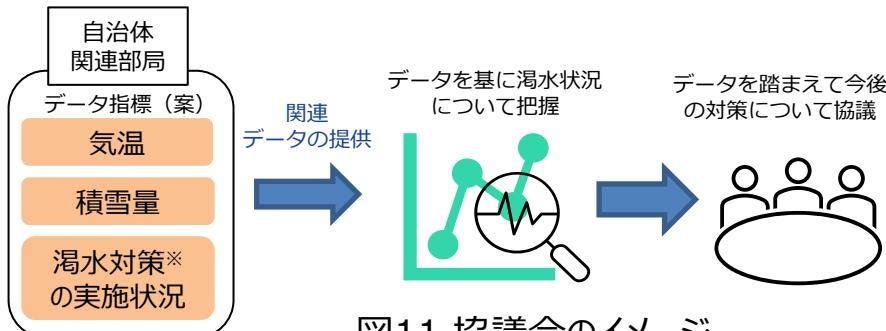


図11.協議会のイメージ

※蓄水・反復利用が実施された日付等を報告するイメージ

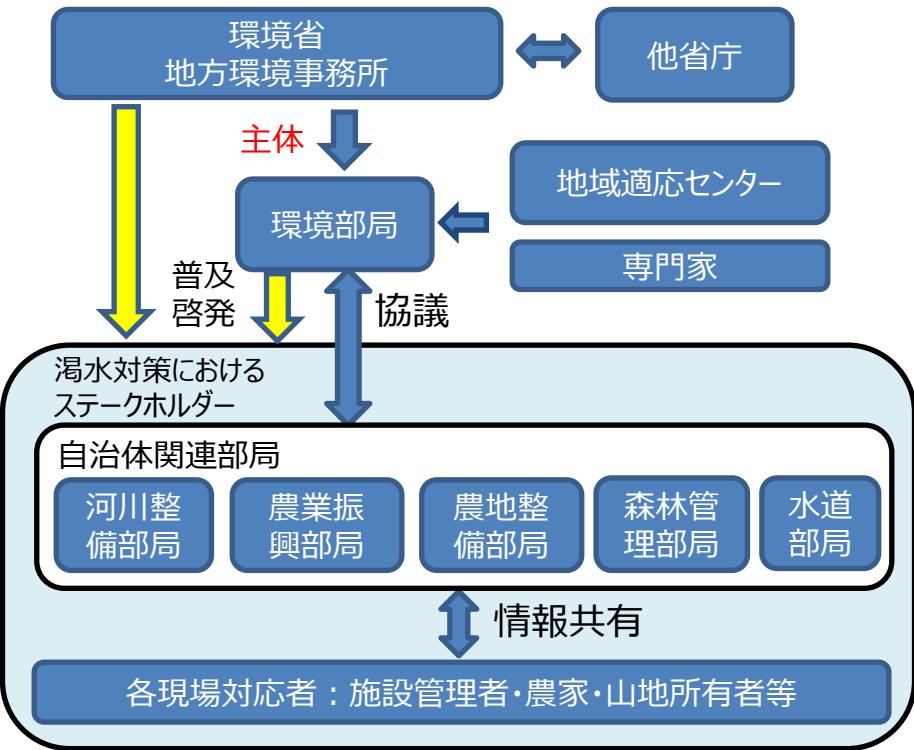


図10.実施体制図

表2.ロードマップ

アクションプラン開始から	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
① 渇水効果の向上が期待される施策・支援事業の推進	a. 関連施策・事業への渇水効果の反映について検討		b. 施策の推進・適応計画に毎年の進捗確認・課題の把握		
② ステークホルダーへの気候変動影響の周知・適応意識の向上	c. アクションプランの周知や、気候変動関連の普及啓発活動時に渇水に関する内容を組み込み、渇水対策のステークホルダーに対して普及啓発活動を実施する。				
③ 次期行っていくべき適応オプション選定のための議論		d. アクションプランの内容を参考に、次期行っていくべき適応オプションについてハイライト・トレードオフを踏まえた上で、ステークホルダー間で協議。			可能な限り各自の計画や事業等へ反映