

第4回気候変動による水資源への影響検討会

平成25年11月18日

【事務局】 それでは、会議を開催させていただきたいと思います。会議は今から2時間を予定しておりますので、よろしくお願いいたします。

まず配付資料を確認させていただきたいと思います。配付資料一覧を御覧いただきたいと思いますのですが、資料-1「今年度の検討状況について」、資料-2「今年度の検討状況についての参考資料」、そして参考でこれまでの検討資料、1回目、2回目、3回目のものをさらに参考としてご用意させていただいております。

それでは、早速でございますが、本日の検討会を開催させていただきます。議事に入ります前に、幾つか御報告を申し上げます。まず、本日の会議は公開で行っており、一般の方にも傍聴をいただいておりますこと、また議事録につきましても、各委員に内容を御確認いただいた上で、発言者名も含め公表することとしておりますことを御報告いたします。また、一般からの傍聴者の皆様におかれましては、会議中の発言は認められておりませんのでよろしくお願いいたします。なお会議の進行を妨げるような場合には、御退出を願います。

それでは開会にあたり、水資源部を代表いたしまして、越智水資源部長から御挨拶申し上げます。

【越智水資源部長】 おはようございます。水資源部長の越智でございます。本日は、月曜日の朝早く、先生方にはお集まりいただきましてありがとうございます。また、年の瀬もだいぶ押し迫ってきまして、先生方も大変お忙しいかと思いますが、ほんとうにありがとうございます。これからも御指導をどうぞよろしくお願い申し上げます。

それでは、本日、第4回の気候変動による水資源への影響検討会ということで一言御挨拶申し上げます。先生方には先ほど申し上げましたとおり、日ごろから私たちの国土交通行政、特に私たち水資源での仕事にさまざまな形で御指導と御支援を賜っているところでありまして、誠にありがとうございます。心より御礼申し上げます。

この検討会は気候変動による将来の渇水の状況を科学的に把握して、これからの適応策についての検討を実施するにあたって、気候変動や水利用等を専門とされる先生方から最新の知見をいただくということを目的に開催させていただいているものでございます。実際、今の状況がどうかと申し上げますと、今年を見ても、洪水と渇水が二極に分かれて日本列島で起きているということで、太平洋沿岸を中心に利根川、豊川、吉野川と取水制限が長期間にわたって行われましたし、そういう意味では市民生活や社会経済活動にもさまざまな影響を与えたところでございます。それから、島しょ部におきましても奄美大島とか久米島などでも渇水というようなことで、現地でさまざまな苦労があったところでございます。

一方で、洪水とか土砂災害の話でございますが、台風18号で京都、26号で伊豆大島におけ

る被害、それから海外におきましても先日の台風 30 号、ヨランダによるフィリピンでの甚大な被害ということで、想像もできないくらい強い強風と低い気圧というようなことで、大きな被害が出て、報告を受けているところでございます。これからも気候変動幅の増大とか、そういうようなものが洪水、渇水にどういうふうに関わっていくかというような水災害リスクの増大が心配されているところであります。これから顕在化しつつあるリスクに対してきちんと対応していくということでもありますので、本日は活発な御議論をぜひお願いしたいと思います。忌憚のない御審議をぜひお願いしたいと思います。どうぞよろしくお願い申し上げます。

【事務局】 会場内の撮影はここまでとさせていただきますので、よろしくお願いたします。カメラの方は御退出願います。それでは、これからの議事進行につきましては、沖座長のほうでよろしくお願い申し上げます。

【沖座長】 それでは、本日の議事に入りたいと思います。議題「今年度の検討状況」につきまして、資料 1 をめくっていただきまして、1 ページに資料構成（目次）とございます。7 つございますけれども、3 つに分けて御説明いただき、その都度、質疑応答、意見交換を行って議論の整理をしていきたいと存じます。限られた時間ではありますが、効率的な進行に努めていきたいと思っておりますので、御協力をよろしくお願い申し上げます。

それでは、まず議題「今年度の検討状況について」、「1. 今年度の検討内容について」「2. 流出モデルの検証」「3. 気候モデルによる降水量」について、事務局よりご説明をお願いいたします。

【事務局】 それでは、「今年度の検討内容について」「流出モデルの検証」「気候モデルによる降水量」について御説明いたします。

お手元の資料 1 の 2 ページからになります。まず、「本年度の検討内容について」でございますが、1-1 「平成 24 年度の検討概要」、昨年度は 3 回、検討会を開催いたしまして、その中で流域の渇水発生要因等の分析、気候モデルによる将来の渇水の分析、気候変動による水資源への影響検討について御議論いただきました。それを受けまして、今年、平成 25 年度の検討内容でございますが、2 ページの下段に書いてありますような内容を予定しております。なお、あとで御説明いたしますが、25 年度の検討内容におきましては、再度、気候モデル及び流出モデルに関しての検証を行っております。

平成 25 年度の検討内容でございます。「1. 気候モデルによる降雨予測」「2. 気候変動による流況への影響」「3. 渇水の分析」「4. 渇水による影響」「5. 渇水への適応策」ということで、それぞれの内容に関しては記載されているとおりでございますが、今回の第 4 回検討におきまして、ここで赤に書かれている項目について御議論いただきたいと思います。申し上げる次第でございます。

次、3 ページですが、「今年度の検討内容について」ということで、「平成 25 年度の検討にあたって」ということで記載させていただいております。今年度、検討に先立ちまして、気候変動による将来の流量変化、渇水の状況を検討するため、これまでは全国的に渇水が発生

した平成6年に着目して流出モデルを構築してまいりましたが、渇水の発生が前年度等からの気象条件や流量に左右される流れの中で起こっているということから、さらに長期間にわたり整合性のとれた流出モデルの再構築を実施しているところです。

また、1-4「検討にあたっての留意点」ですが、渇水影響評価が全球的な気候モデルによる予測降水量を用いて、流出計算により流量を算定し、将来の渇水規模、頻度の状況を検討するものであることから、流出モデルにより算定される結果には、以下に示す不確実性が内在する、その結果は、将来の傾向を示しつつも幅のあるものとして理解する必要がある、というふうに考えております。気候モデルによる予測降雨の不確実性でございますけれども、気候モデルによる検討は将来の降雨の予測計算を複数のモデルで行い、総合的に評価するものである。なお、個々のモデルの違いや将来条件の設定における不確実性等から予測計算で将来の特定の時点の値を一意的に求められるものではなく、検討では予測値を通して、将来の傾向、現在と将来の相対的な比較を把握することを目的とする。このことに留意しながら今年度の検討を進めてまいりたいと考えているところでございます。

4ページ、「流出モデル」。これは昨年度同様、分布型流出計算モデルを用いております。モデルのメッシュサイズは1平方キロメートルで、その中で蒸発散、積雪・融雪、地下浸透等、それらの条件を加えながら解析を行います。また、モデルの1平方キロメートルメッシュに対して気温の高度補正を行っております。

次、5ページですが、先ほど申しましたように流出モデルの再構築の中で、「モデル構築のポイント」ということで、特に利根川は融雪が流出量に影響するため、下記について調整しています。一番目は積雪区域の降水量観測値の精度を上げるということで、検証地点は矢木沢ダム地点で行っております。課題として、下流の観測地点の降水量とダム流域の降水量に差があることに関しては、降水を降雨と降雪に分離、標高補正を行って降水の実態に近い入力値を与えております。また、融雪出水の再現性向上。これは課題として矢木沢ダム地点で融雪による流入量が適切に再現できていないことに対し、標高補正によりまして、矢木沢ダム地点の自然流量を実測値に合わせております。また、月別平均誤差率のずれに関しては、12月、1月の融雪量を多くし、また6月より前に流出するようにするというので、日射や気温による融雪の係数を調整しております。そのほか、流量低減時期の再現性を向上するために地下水からの湧出係数を変えて、実測値に合わせています。このようなポイントに留意しながら、現在、モデルを構築しているところです。その結果は、6ページ以下で御説明申し上げますが、今後も検討が進むのに合わせまして、モデルの内容の検証、これは引き続き行っていきたいと思っております。

6ページ、「現時点での流出モデルの検証」ですが、再現性を確認するというので、左側が実測の流量値、右側が実測の降雨を用いて、流出モデルを使って計算した値ということでございます。このグラフは、11カ年の月ごとの平均の値を比べておりますが、概ねこれを見ると、大体合ってきたのかなというふうに考えているところでございます。これは利根川の栗橋地点、それから上流の矢木沢ダム地点、各々についてそれぞれに着目しながら行ってい

るところです。

7 ページは吉野川での再現性ということで、下流の池田地点、それから上流の早明浦ダム地点、各々について行っております。これは 25 カ年平均での値という形になっています。

次に 8 ページ、これは筑後川でのモデルの検証ということで、瀬ノ下地点と寺内ダム地点、各々について検証、比較を行っているところです。現在、ここまで流出モデルを確認し、平均値は大体合ってきているところです。また、細部、特に大きな値、小さな値等、さらに検証を積み重ねていきたい部分もございますが、概ね現時点の状況は以上です。

続きまして、9 ページになります。気候モデルによる降水量ということで、バイアス補正は昨年度の検討におきましても取り入れて補正を行っているところで、今回は差による補正を行っていましたが、今回は比率による方式に変えています。バイアス補正のやり方は前年度と同様、25 年間、ないしデータがある期間、データを昇順に並び替え、現在の実測値と気候モデルの現在値の比率を出しまして、これを近未来、将来に関しましても、昇順に並べ替えたものに対して、同じ比率を適応してバイアス補正値を求める、という形にしております。なお、日平均気温に関しましては、昨年同様、月単位の差手法で補正しています。

このバイアス補正によって補正した値に関して、降水量がどうなっているかということを見てみたのが 10 ページ以降です。これは奥利根流域ですが、左上のグラフが実測値、これに対して、一番右の列の 3 つが GCM20、AGCM3.1s、それから、AGCM3.2s、上から順にそれぞれの気候モデルによるバイアス補正前の値、それに対して、今回、バイアス補正後の値が真ん中の列になり、値自体はバイアス補正で変わっておりますけれども、もともとの降水の降り方、特徴は損なわれていないというふうに見ております。なお、3 つの気候モデルの平均値と実測値を比べたものが左下になっております。こちらを見ましても、概ね実測値の傾向を示しているというふうに考えているところです。

続きまして、11 ページ、これは栗橋上流域での降雨の状況をバイアス補正前と補正後、それから平均値で比べたものです。これを見ていただきましても、全体の平均値は特性を損なうことなく表していることが見てとれると考えております。左下にございますように、この気候モデルの 3 つの平均値をとりましても、概ね実測値に対して同じような傾向を示すことができていると考えております。

次の 12 ページは吉野川。以下、同様な処理になりますが、吉野川の全流域に関して、それから 13 ページは筑後川の全流域に関してということで、それぞれ同じく 3 つのモデルに対してのバイアス補正を掛けた値と実測値を比べているところです。

なお、14 ページですが、バイアス補正が 25 年の全降雨を順番に並べて補正するということから、年が違っても補正はともかく、月が違ってくると傾向も違ってしまいう可能性があるということで、順位誤差測定に用いた実測値と、その補正した先の気候モデルとの関係を比べてみたのが 14 ページの下になります。生起月、青いプロットが実測値、それから赤いプロットがバイアス補正の相手となった、対応された気候モデルの生起月ということで、概ね 3 カ月以内での補正となっている。100 日以内では、100 個中の 82 個、82% が 3 カ月以内での補正

となっている。特に上のほうの大きな値ではかなり整合がとれているというようなことが見てとれると思います。バイアス補正值、割合そのものは右側の図の中にありますけれども、若干の傾向が見てとれますが、補正する対象月は近傍3カ月以内で行っているということでございます。

次に15ページがこのバイアス補正した降水量ということでございまして、一番上が全体の年降水量、それから実測値としてGCM20、AGCM3.1s、AGCM3.2sとなっています。それぞれ水色が実測値で、それに対して、各月でどのような降水量になっているのか、それから幅を線で示しているところです。なお、右側に連続少雨日数、これは5ミリ未満ということで整理してございます。一つ、お断り申し上げておきますと、この連続少雨日数は月で切っておりまして、前回、翌月につながっている場合は翌月という処理とは違っておりますので、これは再度整理をしたいと思っております。今回は各月で切った場合の連続少雨日数という形になっているところでございます。

その次の16ページですが、これがバイアス補正をした降水量で降雪量と降雨量に分けた場合、それぞれのモデルでどうなっているかということを示したものです。これで見ると、一番左の実測値に対して、それぞれのモデルで傾向等を再現できているのではないかと考えているところです。

17ページは、同じく吉野川でそれぞれ月ごとにバイアス補正をした降水量ともとの実測値を比べたものです。

18ページは、筑後川の例ということになっております。

19ページからでございますが、これはバイアス補正した気候モデル現在の降水量から計算した流出量と実際の実測流量値、それから実測降雨での計算値を比較したものです。青い折れ線グラフが気候モデルを使つての降水量を流出モデルを使つて流量に換算したもの、栗橋地点と矢木沢ダム地点、それぞれ記載しています。赤が実測降雨を流出モデルに入れて流出量を出したもの、緑が実測の流量値ということです。このグラフの実測流量値と降雨での計算値が6ページのグラフと若干違いますのは、6ページは月平均で全体を比較したのに対して、こちらは旬データで若干細かく見ているということで、この実測降雨計算値と実測流量値、違って見えますが、データとしては同じものです。降雨の傾向、例えば栗橋地点であるとモデルによってそれぞれ流量に若干の違いがございしますが、それぞれのモデルを使つて出すとこういうふうになるということです。

同様に20ページが吉野川での値、それから21ページが筑後川の値ということでございます。この気候モデルによる降水量、まずここまで出してみても、またこの結果を踏まえて流出モデル、それからこのバイアス補正に関しましても、昨年いろいろ御議論、アドバイス等いただいておりますので、そのようなことも踏まえまして、検証を続けてまいりたいと考えているということでございます。以上、3点、御説明申し上げます。

【沖座長】 ありがとうございます。では、ただいまの事務局からの説明内容につきまして、御質問、御討議いただきたいと思っております。せっかくですので、委員の皆様、それぞれお話し

いただいて、まとめて事務局からお答えいただくということにしたいと思います。立川委員からお願いします。

【立川委員】 ちょっと教えてください。まず質問で、9ページのバイアス補正の方法で、日降水量の補正をするときに大きいほうから小さいほうまで並べ替えるということで、これは25年間でしたでしょうか、その計算期間全体を全部並べ替えるということでしょうか。

【事務局】 そのとおりでございます。25年間全体をいったん大きい順に全部並び替えております。

【立川委員】 わかりました。あと14ページのところでちょっと教えてください。日降水量の月平均値の比を計算されていて、なかなかいい感じで補正されているんだなと思ったのですが、11月、12月の補正量が大きくなっているのは、最初のほうに説明がありましたけれども、降水量を標高補正しているの、実際の観測値を補正した値がまだあって、その点を使っているの、結果としてこの補正量が大きくなるというような感じでしょうか。

もともとのバイアス補正前のデータは標高補正とか入っていない、もとのデータなわけですね。それに対して、いったん標高補正を施して、その標高補正を施した値に対してさらにバイアス補正を施している、そんな感じなのでしょうか。

【事務局】 これに関しては、気候モデルのほうは標高補正をしていないので、それでバイアス補正を掛けています。

【立川委員】 標高補正を施している。ただ、観測値のほうは、ほんとうはこの観測値ではなくて標高補正を掛けたものを観測値として用いているということでしょうか。

【事務局】 はい、そういう形でやっております。

【立川委員】 はい、わかりました。あともう一つだけ、教えてください。19ページのところで、流出モデルというか再現性がだいたい気候モデルと実測を計算した結果が近づいていて大変すばらしいと思いましたが、これは雨の補正量を用いておられるし、また気温のほうも補正されているので、蒸発散量についてもなにがしかもとのものとは違った値が使われていると思ってよろしいでしょうか。結果として気温が補正されているので、それも含められた形の計算結果が得られていると思ってよろしいでしょうか。

【事務局】 そのような形になっております。

【立川委員】 まずは質問はそのくらいです。

【沖座長】 ありがとうございます。では、滝沢委員、お願いいたします。

【滝沢委員】 今の御質問とも関連しますけれども、確認ですが、6ページから8ページで現時点流出モデルの検証の最初のところですけども、利根川は11カ年で、吉野川は25カ年で、筑後川は10カ年平均なんですけど、そのあとの計算はすべて25年なんですか。ものによっては20年と書いてあったりするものもあるようですが、モデルとか地域によって計算の年数が違うのかどうかということですけども。

【事務局】 御説明いたします。6ページから、例えば11カ年平均、これは実測流量値は実

際に自然流量に戻した値ということで、例えば利根川で 11 カ年というのは実際の取水量がちゃんと把握されているものについてやっておりますので、それが把握されている期間で再現できるのが 11 カ年ということで 11 カ年となっております。7 ページ、8 ページも同様に取水量等に関して戻せる、実測値が得られている期間に関して実測流量値として検証に使ったということで、その年限を用いております。あと 20 年というのは、GCM20 のほうだと思いますが、これは GCM20 のデータが 20 カ年分ということですので、そのデータがある範囲で検証したということでございます。例えば 19 ページの GCM20 は 20 年平均、AGCM3.1s、AGCM3.2s は 25 年平均となっておりますのは、それぞれのモデルで入手できる期間がそれぞれ GCM20 が 20 カ年、AGCM3.1s が 25 カ年、AGCM3.2s が 25 カ年ということです。なお、もとの実測流量値、実測降雨計算値はここに記載していませんが、先ほど検証した 11 年単位の年限での平均値を用いているところです。

【滝沢委員】 どうもありがとうございます。そうすると、先ほど立川先生が御質問になった雨のほうは 25 年分全部やっているけれども、取水量と流量のほうは取水量等がしっかり把握できているものを 6 ページから 8 ページに示したという理解でよろしいですか。

【事務局】 そのとおりでございます。

【滝沢委員】 わかりました。それから、10 ページ、11 ページ、12 ページを見ますと、大体、バイアス補正によるモデルの特性は損なわれていないということなのですが、左下の図を見ると 9 月の実測値が 3 つのモデル平均よりも大きくて、11 月、12 月が低いというような傾向があります。それはほかのモデルでもそういうような傾向があって、次のページの 11 ページ、12 ページなんかも、9 月の実測値が大きくて 12 月くらいになると逆に実測値が少なくなるような傾向がすべてで見られるような感じがするのですが、これは何か理由があるのでしょうか。

【事務局】 ここに関しましては、特にこういう理由というのは……。

【沖座長】 むしろ仲江川委員から何かコメントをいただいたほうがいいのかもしいですね。

【仲江川委員】 これは先ほど立川委員からも質問がありましたが、365 日すべてを順序に並べて、それで同じ順位のところを補正している都合上、おそらくモデルの中の季節がちょっとずれているわけですね。それが 14 ページのこの図でどれだけずれているかというのがおそらくわかるはずなんですけれども、そのためにこの補正でやると季節進行のずれまではとれないんですね。この方法ですと年平均値と、あと確率密度関数といったらいいんですか、そういったものは合わせることはできるのですけれども季節進行はこの補正方法は合わないのです。別の方法としまして、月ごとに補正をやるという、立川先生は御存じかと思うのですが、そういった方法をとるとこら辺はぴったり合うはずですよ。

【滝沢委員】 ありがとうございます。とりあえず私のほうからは以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。では、仲江川委員。

【仲江川委員】 私も実は同じようなことを質問したかったのですが、今、言いましたように、

月であればおそらくこの辺の季節のずれというのはなくなるかと思えます。

あと一つは、6ページとかで、これは月で見えておられますけれども、おそらく渇水ですと渇水日数とかを調べるので、流況曲線とかもきちんと見たほうがいいのかと思うのですけれども、そのような検証はなされているのですか。

【事務局】 平均ではなく？

【仲江川委員】 そうですね。

【事務局】 実際、そのような検証もこれから細部を見ていきたいと思っているところがございます。それから、今、御提案がございました「月ごとに」、これも今回このような結果が出てきたということを踏まえて、今日御議論いただいたことを踏まえ、さらにより予測する中で反映できたらと思っているところがございます。引き続き、よろしくお願いいたします。

【沖座長】 ありがとうございます。今一通り回りましたが、ほかの委員の先生方の御質問等踏まえまして、さらに御助言、御質問等ございましたらお願いしたいと思いますが、立川委員、お願いします。

【立川委員】 9ページの降水量の補正のところ、もう一つ、どっちかがゼロのところ、たくさん出てきますね。上のほうからずっと流れるとどこからかずっとゼロになって、片方がゼロで片方がゼロでないというところが当然出てくるので、そういうときはどういうふう処理するのでしょうか。

【事務局】 これに関しましては、計算が気候モデル値÷実測値の中で、実測値がゼロの場合は気候モデル値もゼロにする。一方、気候モデル値はアウトプット上、完全にゼロというのはないということですので、限りなくゼロに近い値が出ますが、一応、係数は出る、そのような処理になっております。

【立川委員】 はい、わかりました。

【沖座長】 ほか、よろしいでしょうか。私からは10ページの奥利根流域、今、いろいろ御議論いただきましたとおり、8月、9月が高くて11月、12月が実測値のほうが低くて、今、コメントがございましたとおり、GCM20のほうは毎日降るのでどうしても季節変化が少なくなっていると。これ、トータルで見た場合、おそらく奥利根も年では合っていらっしゃるのだと思うのですが、19ページの矢木沢ダム地点自然流量というのを見ると、気候モデルの現在というのが妙に流量が小さくて、水収支が合っていないのではないかという感じがします。ほかは季節変化がうまくないというようなこともあるとか、あるいは吉野川が筑後川ですと小さくなるのでGCM20では難しいのかなと思いますが、そんなに気候モデルを使った計算として悪くないようにも思うのですが、矢木沢地点だけ、ちょっと水収支がおかしそうなのですが、これはなぜなのでしょう。

【事務局】 これにつきましてさらに検証は必要だと思っております、ここだけを取り出した場合のバイアス補正でありますとか、そういうものがどうなるか。もしくはどういうふうに関しまして整理をしていくかということに関しては、引き続き、検討、それから御相談申し上げたいと思えます。

【沖座長】 バイアス補正は、面的にはどういうふうに行われているのですか。

【事務局】 利根川全体を流域ごとに分割して、奥利根一括で行っております。

【沖座長】 そうすると、先ほどの 10 ページに戻って、年降水量は大体同じくらいになっているはずですね。そうであればバイアスはなくなっているはずなので、季節変化が多少変でも、蒸発が妙に大きいとか小さいとか、仲江川委員のお話がありましたが、そういうのがない限りはもうちょっと合うかなという気がしますね。

【仲江川委員】 この資料で見ますと、奥利根流域はこれ全体を多分やっているのですね。流域全体で一つの。

【事務局】 資料 2 のほうです。

【仲江川委員】 この領域全体で一つの特定メッシュを使って補正しているということになるので、おそらく矢木沢は平均とはかなり違った、それが出てきたんじゃないですか。

【沖座長】 奥利根と矢木沢は違う。奥利根としては合っているけれども、矢木沢として雨が少なめにモデルが与えられているので合わない。

【仲江川委員】 そうですね。

【沖座長】 わかりました。失礼しました。ほか、ありませんでしょうか。

【滝沢委員】 質問というよりはコメントなんですけれども、あとのほうで利水等との議論もされるのだと思うのですが、今のモデルの、現段階ではまだモデルを合わせている状況なのでこれでいいのかなとも思うのですけれども、利根川ですと奥利根と栗橋ですね。利根川で取水が一番多いのはどこかちょっとわかりませんが、武蔵水路ではかなり水を取っているのは間違いなくて、そうすると栗橋だと一番下流ではないですけれども下のほうにくだってしまって、その途中でかなり取水しているところもあって、これはもしかしたら、この地点であれば真ん中も合うだろうという推定でやられているのか。データがきちんと揃っているところで合わせざるを得ないという点と、それから利水の計算を、将来的に渇水のリスクの計算をされていくときにどういうところで合わせたり、どのような視点での水量を考えるべきなのかということが、御検討中かもしれませんけれどもお考えいただけたらいいかなと思います。

それから、これもまだモデルを合わせている最中だと思うのですが、渇水のほうのリスクを考えるのであれば、雨がたくさん降ったり、流量が多いところはあまり問題がないので、そこが合ってもそっちではないほうが合っているかどうかということのほうがたぶん重要で、どのような指標で合っている・合っていないということをこれから議論するかを検討中かもしれませんけれども、通常、ピークが出てきたところでぴったり合っていると、何となく図としては合っているね、という気がするのですけれども、そこよりも無降雨の日数とか、無降雨の期間とか、降雨が非常に少ない期間がどれくらい合っているかということのほうが渇水に関してはたぶん重要で、これは釈迦に説法だと思いますけれども、その辺の合っている・合っていないという指標をこれから御検討いただければという気がいたします。

【事務局】 ありがとうございます。今回の目的に合った整理、そして流出モデルの評価の仕

方、これを引き続き検討してまいりたいと思います。

【沖座長】 はい、ありがとうございます。ほかにいかがでしょうか。

【立川委員】 先ほどの沖先生の質問にあった 19 ページの矢木沢の自然流量のところちょっと教えていただきたいんですけども、どういうふうにされたかということだけ正確に知りたいのですが、標高補正をして、雨量を補正されたということで、ここでの赤い線の実測雨量計算値というのは観測された雨量に標高補正した値を用いて計算した値ということで正しいでしょうか。

【事務局】 そのとおりでございます。

【立川委員】 その場合の、その値とバイアス補正との、私は関連がよくわかっていなくて、実測も雨の降水量の値、それから標高補正された雨の値、それからもう一つバイアス補正された値の3つあるわけですね。その3つがどういうふうな関連にあるのでしょうか、標高補正されたところについて。

【事務局】 まず、実測を標高補正しまして、その標高補正したものと、それから気候モデルの値の間でバイアス補正をした、そのような形になっております。

【沖座長】 そこで問題は、先ほど仲江川委員から説明があったとおり、奥利根全体でバイアス補正をしているわけです。ところが矢木沢ダムの上流はその一部なので、平均のバイアスは合っているけど、矢木沢はそこではかなり多いのをここでは同じようにバイアス補正してしまっているんで、雨が矢木沢ダム流域については過小評価になっているのではないかと、というのがこれの原因だと考えられるということですね。ということではよろしいですか。

【事務局】 すみません、失礼しました。ちょっと説明が間違っておりました。バイアス補正は標高補正をしていないもの同士で行い、そのあと、両者、標高補正ということでやっております。従って、バイアス補正は実測降雨ともとの気候モデル値でバイアス補正しているということでございます。

【沖座長】 ありがとうございます。最後に全体に関しましての討議もしたいと思いますので、続きまして、「4. 既往渇水の分析」「5. 渇水による影響と適応策」につきまして、事務局より御説明をお願いいたします。

【事務局】 それでは、22 ページからになります。「既往渇水の分析」ということで、これはどのような整理かと申しますと、渇水が発生した場合の大雨、特に台風等による大雨で渇水が解消されるという事例がこれまでもございました。では、実際にそのような大雨と渇水の発生との関係はどうであったのかということに関して、それぞれの流域で確認したものです。左から利根川、吉野川、筑後川となっております。最終的には渇水の解消はダムに再び貯留量が戻ってくるということに着目しまして、それぞれのダム流域で生起頻度が 0.5% より多いもの、これを大雨というふうの一つ目安を設けまして、大雨があった場合と渇水があった場合、それぞれについて判断し、大雨があつて渇水がなかったら適合している、大雨があつても渇水があつた場合には適合していない、大雨がなく渇水がない場合はノーカウントということで、過去の事例を整理しております。例えば利根川ですと、これは6月から9月の

雨を対象としておりますけれども、ノーカウントを除いた対象年数が 13 年で、そのうち適合しているもの、大雨で渇水がなかったというものが 12 年分あるということです。2001 年、これは適合しなかったということですが、ただ渇水の規模としては小さなものであったと。

次が吉野川ですが、ノーカウントを除いた対象年数が 29 カ年ある中で、大雨があつて渇水がなかったものが 19 年あったと。ただ、備考に黒丸を付けているものは、渇水は生じたのですが、大雨によって渇水が終了したもので 5 カ年ございます。これも渇水がなくなったということで考えると、19 にさらに 5 が足されるということです。

その次が筑後川でございます、これは対象年数 25 カ年のうち、ノーカウントを除いた大雨で渇水がなかった年が 21 カ年あったということです。

次に、渇水指標の分析ということで、23 ページからとなります。この渇水指標は、基本的には昨年度、御議論いただいた整理の仕方を踏襲いたしております。23 ページからは利根川でございますが、利根川上流 8 ダムの貯水量の中で、ダムの実際の貯留量、また貯留量が減少する原因等を起こす期間、どのような期間の降雨が関係するかということをも渇水要因、渇水指標として整理してございまして、それぞれを過去の渇水、実際に起こった年の値を閾値として整理したものが 24 ページになっております。

右のほうのスレットスコア以外は、昨年度、この表に関し御提示したところですが、さらにスレットスコアによる評価で「渇水あり」と評価して実際に渇水があったものを A、「渇水なし」と評価したけれども渇水があったものを B、「渇水あり」としたけれども渇水がなかったものを C、この和を分母とし、実際に渇水ありだった A を分子にして、当たった率をスレットスコアという形で今回表記させていただきました。これを見ますとばらつきがありますが、大体 0.5、指標の内容によっては 1 というものもございまして、4 割から 6 割という形になっております。

さらに 25 ページは、単一の渇水指標に対して、組み合わせで指標とした場合どうなるのか、2 つを閾値、指標とした場合の組み合わせのスレットスコアでの評価、これを掲載しているところです。一番合いそうなところを見ているけれども、冬渇水の①、前年 10 月から 9 月の降水量、前年 10 月から前年 12 月の降水量、これは前年 10 月から 9 月の降水量で単一指標でもスレットスコア 1 となっている中で、当然、このような整理でも 1 となっている。また、ほか、夏渇水を組み合わせても、大体これで見ましても 0.4 から 0.6 の間にあるというような結果が出ております。

次が吉野川ということでございまして、平成 6 年、7 年、8 年の状況を示しています。下に渇水指標（5 月～10 月）の 60 日間降水量最小値、60 日間降水量の平年差最小値等々、これらは昨年の指標と同じ設定の仕方をしています。それに対して、まず、単一の指標でのスレットスコアを整理したものが 27 ページです。渇水年、これが茶色に着色した部分ですが、渇水指標より見出した渇水年との適合率を見た場合に、スレットスコアとして最終的な評価は一番右のようになります。これで見ますと、特にスレットスコアとしても値が高いのが 5 月、10 月における 60 日降水量の最小値、これで閾値を設けた場合が特にスレットスコアの値が高

いという形になっています。

28 ページは、このうちの組み合わせに関してということで、冬期低減量、夏期低減量等を組み合わせてスレットスコアを出したものです。

続きまして、29 ページですが、これは筑後川に関してということで、渇水指標を昨年同様設けています。5月～9月の降水量でございますとか、連続無降雨日数等々を指標として設けておりまして、それぞれの指標に対してのスレットスコアが30ページのほうに記載しています。ここで見ていただきますと夏期低減量に関してスレットスコアが1となるものは5月～9月の降水量もしくは6月～8月の90日間の降水量の平年差最小値、これらが特に高い値を示しているところです。そのほか、5月～9月の連続無降雨日数も0.67という値を示しているということです。

これを組み合わせて表示したものが31ページでございます。例えば上の右が渇水③でございますが、前年11月から3月の降水量と5～9月の連続無降雨日数を組み合わせたものとスレットスコアが1となる。これは、結局、組み合わせというか、先ほどの単一指標でもスレットスコアが1となっておりますので、ばらつきを見るという形にはなりますが、このような形となっております。

続きまして、32ページからでございますけれども、過去の記録的渇水についてです。連続少雨時期に関しましては、これまで5ミリ未満のつながった連続少雨ということに関して整理してはいたけれども、連続少雨を一律に5ミリと決めてしまいますと、途中で一回雨が あるとそこで切れてしまいます。そのため、ある程度、雨が降りつつも全体として少ない量が長期間続いた、そのような状況もしくはそれより厳しい状況が過去いつ生じたかということで整理いたしました。32ページですが、平成6年、このときは6月1日から8月20日の81日間、23ページのほうで御覧になれますように、この期間、ダムの貯水量が下がり続けます。そうしますと、その期間の降雨を一つの目安として、この期間に降った雨の量に達するのに81日間以上かかったとき、これは雨の降り方としては平成6年より厳しいときではないかという考え方でまとめたのが32ページ下のグラフになります。これはつながったデータとなりますので、折れ線グラフで示しております。大きい赤い丸と小さい赤い丸がござい ますが、小さい赤い丸は、特に夏期に着目し、8月、9月、10月のデータの位置となります。平成6年と同様な期間で少雨が生じているときということです。特に厳しい状況、平成6年より厳しい状況というものが大きい赤い丸で何か所か示してあり、32ページの下ですと3カ所ありますけれども、これは平成6年のときの降雨量に達するのに、余計に日がかかった。その期間、少雨であったというものです。

これは過去のデータ、1897年からということで、32ページと33ページ、これは前橋地方気象台と東京管区気象台でのデータを整理しております。前橋地方気象台ですけれども、ここにありますように、例えば1944年、1963年、それから1994年に少雨が起っています。例えば、1944年ですと、大きな赤い丸の中の小さな赤い丸が120日くらいのところにござい ますが、これは平成6年6月1日から8月20日と同様な雨量に達するのに、そのくらいの期

間がかかったということです。

33 ページは東京管区気象台のデータでございます。実際に夏期6～9月に平成6年以上の少雨であった場合には干ばつが起こっていたという状況もございます。

同じ整理をしたものが34ページ、これが吉野川でして、26ページにございますけれども、平成6年の特に低減期間が長かった5月22日から7月25日、65日間を一つの目安としまして、この期間の降水量に達するのにそれ以上に日数がかかったところ、特に夏期で厳しかったところを大きな赤い丸で括っております。過去そのようなときに干ばつが起こっているということです。34ページの一番下の1994年が平成6年ですので、これを基準に見たときにそれ以上に厳しいという形になっております。

35ページは筑後川の例でして、29ページにございますように、90日間、6月21日から9月18日を一つの目安としまして、このときの降雨より厳しい状況を見ているところです。これで見ますと特に1904年に厳しい状況が起こっております。

続きまして、36ページです。過去の渇水による影響ということで、左側の図は平成6年、8年と平均値を比べたものです。右側は平成6年、8年の利根川水系における状況ということで、10%取水制限時、20%、30%になるとどのようなことが起こったかということで、渇水による影響と適応、過去の実際の状況を御紹介しているものです。30%取水制限になりますと、断水が上水で起こっているということです。

37ページは吉野川ということで、過去、渇水が起こったときの状況、それぞれ吉野川水系において20%、35%、50%と取水制限が進展していった場合にどのようなことになるのか、利水貯水量ゼロになった場合まで含めて、状況を整理しているところでございます。基本的には、減圧給水、さらに番水等々、取水制限が厳しくなるに従って状況が厳しくなっていく、また地域が拡大していくということです。

38ページです。これは、今後、渇水による影響と適応策の考え方ということですが、渇水による社会活動への影響ということで、渇水リスクを評価する上での課題ということで整理しております。

将来の渇水リスクに関してですが、気象条件、社会条件ともに超長期の予測は不確実性が高く、また、社会条件の変化によって水需要が異なり、渇水時に行われる水の調整は予測するのが難しいのですが、今後の予測に基づく降水量の変化や河川流量の変化をシミュレーションしつつ、基本的スタンスとしては将来の渇水による影響を長期的な将来予測も含め大まかに把握しながら、現時点での課題解決にも貢献する中長期的視点からの適応策を検討・実施する。これは、随時、モニタリングをしながら見直していくという順応的なアプローチをしていく、これが今後の渇水リスクへの評価、そして対応に関しての基本的なスタンスというふうに考えているところでございます。

なお、実際に影響がどのようなものであるか。先ほど、利根川と吉野川に関して具体的な事例を御紹介しましたが、39ページにございますように、例えば一つの目安、これは以前、国土審議会調査企画部会と社会資本整備審議会での合同会議で御紹介したものですけれど、取

水制限に応じて給水制限も増えていく。それにしたがっていろいろな影響が出てくるということで、実際に社会への影響というものが給水制限の状況等々によって評価できるのではないかと考えています。ここら辺の社会経済の影響に関しましては、また次回以降、さらに整理していきたいと思っております。

40 ページは、気候変動による農業分野の影響ということで、これらは既に農水省の総合戦略や文部科学省、気象庁、環境省によるレポートで紹介されている内容ですが、やはり温暖化によって将来の米収量に変化していく。それから水資源賦存量が、特に田植期に不足するというようなことが報告の中で出ております。また、2010 年、非常に高温化傾向が顕著だったわけですが、右側にありますように、平年差で2～3℃高い中で、水稻の作況、品質が非常に悪化した。やはり高温になると高温障害で品質に影響が出てくるという状況、これがこれまでの経験で解っているところです。

最後、41 ページでございますけれども、今後の適応策を大きくカテゴリーに分けております。緊急時の対策、危機管理、需要側による節水型社会の構築、供給側による安定した水資源の確保、安全で良質な水の確保、地下水利用、豊かな水環境の保全。

今後の気候変動リスクへの対応としては、これらを主な課題としまして、それぞれ、緊急時の対策では、体制の整備、水源・用水の確保、節水の徹底・支援、危機管理では渇水時の緊急対応、リダンダンシーのある体制の確立として広域的な水融通や多様な緊急備蓄、また洪水時、高潮時に水供給機能が低下しないよう、アセットマネジメントによる確実な機能の確保をしていく。需要に関しては、水利用の合理化や節水意識の高揚、供給側による安定した水資源の確保では既存ストックの活用、これは水資源利用容量の拡大やダム群連携、ダム再編等々であり、管理面における順応的対応では気象を予測した管理、安定した水資源の確保では代替水源の確保等を行っていく。また、気候変動リスクに対しては、水質、地下水の利用、水環境の確保も併せて考えていかなければならないということで、これら全体について今後の取り組みを具体化していくということでございます。以上、渇水による影響と適応策まで説明いたしました。

【沖座長】 ありがとうございます。それでは、ただいまの事務局からの説明内容につきまして、御質問、御意見をいただきたいと思っております。立川先生、お願いします。

【立川委員】 32 ページのところで教えてください。過去の記録的渇水ということで、降水量と降水期間についてお調べなされたところですが、この意味合いとしましては、前のほうで昨年からずっとやってこられました渇水指標、雨から見た渇水指標というのを見てきて、それなりに意味があって、さらにそれに加えて新たな渇水指標というのを見たいということで32 ページ以降の分析がなされたと思っております。よろしいでしょうか。

【事務局】 これまでの整理がありますけれども、もう一つは歴史的に実際にどういう大きな渇水が起こったのか、その規模がどういうものであったのかと。昨年度までは近年の値に着目しての指標ということでやっておりましたが、それとはまた別の整理、過去の記録的な渇水、どのくらいの規模が起こったのかということ整理することによって、限られた年限で

はなく、幅を持った年限の中での大規模な渇水の状況を把握したい、その第一歩として整理したということでございます。

【立川委員】 分析した結果の見方としては、基本的には青丸に赤丸が重なっているもの、この6～8月の各月最大値というものが定められた、例えば32ページですと81日よりも上にあるところできっと起こっているだろう、そういうような見方をしたらいいわけですね。

【事務局】 はい。もちろん冬期の渇水というのもございますけれども、夏の渇水に注目すると、この8～10月、小さな赤丸のところ、81日の線より大きなところが降雨としては平成6年と同じ時期に、より厳しかったということに着目したということです。

【立川委員】 わかりました。もう一つ、22ページのところで、ここで既往渇水の分析がなされているところですけども、これが適合というのはわかるのですが、これと次のページ以降の分析との関連はどういうふうに理解したらよろしいのでしょうか。

【事務局】 実際には、指標の中では、当然、大雨の値等も入っておりますので、そういうのを指標では含んだような形になっています。一方で、22ページというのは、大きな雨、台風というのは例えば経路等もある中で、やはり一つの台風の雨が来ることで解消されるという状況を把握したかった。特に筑後川あたりですと、ダムも一つの大きな雨が来ることによって一気に解消されるようなこともあるということで、指標はあるまとまった期間のトータルの雨ですけども、これは単品というか、一つの台風での解消状況に着目したということになります。

【沖座長】 私が見たところ、吉野川はいつも渇水でぎりぎりまでみんな悩むんだけど、最後、台風一発来て救われることが多いよね、という実感が確かめられたということかなと思います。それをもし今回のこの研究会に結びつけるとすると、仲江川委員の御専門ですが、台風というのはまだなかなか粗いGCMでは適切に表現が難しい、あるいはGCM20のように高解像度であれば一応表現されるのですが、それが吉野川に行くか行かないかというところは非常に偶発的な要素も多いので、吉野川についてはそういう確率的な要素があるんだよというのが、ある意味ではここで確かめられたということかなというふうに思います。ただ、逆に言うと、過去はそういうことが多かったので、将来も台風さえ来てくれれば、渇水は救われるというふうにも解釈できるのではないかと思います。

ほか、いかがでしょうか。よろしいですか。では、滝沢委員、お願いします。

【滝沢委員】 スレットスコアのところで少し教えていただきたいのですが、星印、三角印、バツ印で分けているのですが、実際にはどれくらいを目指しているというか、どれくらいの値であればいいというのは、60%くらい当たれば実用可能な指標として使えるというふうにお考えになっているという理解でよろしいでしょうか。

【事務局】 一つの目途として、6割以上だとかなり合っているという判断にはなろうかと思えます。いろいろばらつきもある中で、0.6、1.0だとかなり合ってきているというふうに判断できると思えます。

【滝沢委員】 適応策といいますか、対応策を考えると、これからの議論になるのかもし

れませんけれども、この方眼の中でA、B、C、Dと分けていただいて、予測と実績が合えば一番いいのは間違いないのですけれども、外れているパターンとしてBとCがありますね。予測で「渇水がない」としたんだけど渇水が実際はあったというとき、「渇水がありますよ」というふうに言ったんだけど実際になかったとき、これはちょっと意味合いが違う。どういう適応策を考えるかにもよりますけれども、Cのところが十分小さければ、予測して空振りになっちゃうわけですから、少しくらい空振りが出て、事前に対応しておいて、そのほうがいいんだ、ということを社会がある程度合意すれば、非常にひどい状況を避けることができるかもしれませんけれども、逆にBのところで「渇水、なりませんよ」と言っていて、実際に渇水があったときの社会の影響度というほうが、深刻度といいますか、それは大きいような気がするのですね。

ですから、こちら辺はAのところがいいのは間違いないのですけれども、Aだけで評価せずに、その適応策のところも踏まえたような考え方も少しご検討いただければありがたいかなという、そんな気がいたしました。

【事務局】 ありがとうございます。実際、今、先生がおっしゃられたのはB、渇水なしと予測したけれども渇水があった、こういうものがどういうものか等に関しましても今後検討を進めてまいりたいと思います。

【滝沢委員】 とりあえず、私のほうは以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。では、仲江川委員、お願いします。

【仲江川委員】 まず、1つ目は、先ほどの22ページですけれども、「台風等による」となっているのですが、私、個人的かもしれませんが、この原因が台風なのか、あるいは別の前線の雨なのか、もう一つ欄があって、それがわかると大変ありがたいなと思いました。

あと、先ほど話題になった32ページ以降のこの解析ですけれども、これがなぜ解消されたのか、ですね。先ほどの22ページですと最大76年くらいまでしか遡っていないのですけれども、丸のついたあたりは、どうしてこれが解消されたのかという原因をぜひ知りたいなと思いました。

あと、このスレットスコアの組み合わせをされているところがあると思うのですけれども、この組み合わせの選び方ってすごくたくさんあるうちのごく一部を選んでやっておられるかと思います。そこら辺はどのようにやるのか、教えていただければと思います。

【事務局】 ありがとうございます。台風に関しましても注目して整理したいと思っております。解消に関しましても過去の記録を確認してみたいと思います。

組み合わせに関しては、昨年度組み合わせたものを参考にとりあえず整理してみました。ただ、もうちょっと検証が必要かと思いますが、一つの指標でいいものが出ているのであれば、それで大体表されます。組み合わせは今年の事例ですけれども、もう少し見てみたいと思います。

【沖座長】 よろしいでしょうか。はい。

私から一言申し上げると、先ほどGCM20による実際の流量の推計があって、やは

り貯水池で水資源管理の方は渴水を捉えていらっしゃるので、貯水池にどのくらい貯まっているのかというのは、現状がうまく再現されて、将来も再現されて、「どう変わるかな」というのを見たいというのがたぶん目標なのですが、御覧いただいたとおり、現実の水循環あるいは人の操作というのは非常に複雑なので、なかなかシミュレーションではぴったり合うというわけにはいかない。そうすると、かなり詳細ないろいろな工夫があって指標が選ばれていますが、主に雨のデータから推計できる手法も一応持っておいて、両方から渴水というのが現状から将来に向かってどう変化しそうかというのを両面からやって、両者が食い違った場合、どう考えるかは皆様と御相談したいところですが、両者が同じような傾向を示していれば、「そういうことだ」というふうに一応考えて、じゃ、対策をどうすればいいか、ということを出していこうというのが今進んでいるところかなというふうに思います。

先ほど御質問があった 32 ページ以降の連続少雨時期の抽出。これは図がちょっとわかりにくいのですね。私も最初、うーんと思ったのですが、結局、この丸のついていない「各月最大値」というのを忘れて、ポイントは 8～10 月だけ見ればいいわけですね。8～10 月だけ見ると、例えば 32 ページの利根川で言うと 1944 年から 45 年とか、1963 年から 64 年とか、その辺が非常に少雨だったというのがわかる、そういう図なのだというのがジーンと見ていてようやくわかった、そういう感じであります。

皆さん、あまりコメントございませんでしたが、渴水による影響と適応策のところはよろしいでしょうか。

滝沢先生、御専門かと思いますが。

【滝沢委員】 そうですね。まだこの時点ではいろいろな情報をまとめたという段階ですので、特に今の段階ではコメントはありません。

【沖座長】 ありがとうございます。それでは、引き続き、次の議題、残りの「海外における異常気象(干ばつ)」、「海外における気候変動リスクへの対応」につきまして、事務局より御説明をお願いいたします。

【事務局】 それでは、お手元の資料 42 ページからになります。まず、「6. 海外における異常気象」ですが、これは近年の海外でのさまざまな渴水の状況を一つにまとめてございます。特に 2012 年、昨年でございますが、アメリカや中国、ヨーロッパ、オーストラリア等で渴水、乾燥状態等が起きて、さまざまな農業被害等をもたらしております。アメリカにおきましても干ばつによって 1956 年 12 月以来の最悪の状況になったということで、世界でもさまざまな渴水の被害というものが頻発するようになってきているということをもとめたものです。

43 ページは、現在の状況で、今御説明しましたように、渴水が深刻化しており、将来予測の中で拡大する可能性が懸念されています。そのような中で、国家、地域、流域レベルでの対策に着手を始めているということで、アメリカは 2012 年に深刻な干ばつに見舞われておりますし、将来におきましても、今後、豪雨の増加と少雨の激化が予測されている。流出量も地域的な差はございますけれども、西部では、春、夏の流出量の減少が予測されている。このようなことを踏まえまして、例えばカリフォルニアでは影響評価、適応オプションの検討

を進めており、そのほかさまざまな施策を、これはあとのほうでも御紹介していますけれども、進めているということです。

カナダにおきましては、今後の夏の流量減少が懸念されている中で、ブリティッシュコロンビア州等で取り組みを進めています。オーストラリアでも渇水が深刻化し、2006年、2007年等に渇水が起こった中で、今後、2030年の予測でも降水量の減少というものが懸念されており、流域での取り組みを進めています。

ヨーロッパ、EUにおきましても、全体的に年降水量は増加しても、夏期の降水量は減少する、北ヨーロッパではそのようなことがある中で、適応策の重要性というものを訴え、取り組もうとしているということです。

具体的な気候変動の適応策の展開、44ページでございますけれども、アメリカにおきましては2009年にタスクフォースを連邦機関から成るチームでつくりまして、同じ年2009年にカリフォルニア州でも将来シナリオ、それから戦略をつくっています。2011年にはアメリカで「国家の行動計画」をつくりまして、進捗レポートを今年3月に出しています。また今年6月には「大統領気候行動計画」として「より強靱で安全なコミュニティとインフラ整備」「経済と自然資源の保護」「気候の影響を監視するための適切な科学技術の使用」の3つを柱とした大統領の行動計画を出しているところです。

英国に関しましては、ここでは特に大きなものは気候変動法、気候変動に関する法律が2008年11月に策定され、その後、気候変動法に基づき政府によってリスクアセスメントのレポートを定期的に出すとともに、適応プログラムも作成しているところでございます。また、フランスにおきましては影響適応計画を2011年から15年を対象に策定しておりまして、洪水リスクや気候変動の影響評価等に関する調査を開始しているところです。

また、45ページ、オランダにおきましても気候シナリオにおいて海面上昇等を予測しており、2010年からのデルタプログラムで主要な水の課題に対して、持続可能な洪水に対する安全及び淡水供給を達成するためのプログラムを打ち出し、この実施のために予算をつけているところです。

EUにおきましても、今年4月、「EUにおける気候変動への適応戦略」を出し、適応に向けた加盟国の活動を支援しています。このEUの戦略では「各加盟国による行動の支援」「EUレベルでの気候変動がもたらす影響への予防行動の促進」「情報に基づくより良い政策決定の推進」を3つの目標として加盟国の活動を支援しています。また、災害に対する保険に関するグリーンペーパーや影響評価等の報告書を出しながら、EU全体としての取り組みを進めているところです。

46ページは、先ほどご紹介した中で具体的な事例でございますけれども、カリフォルニア州では排出シナリオに基づく影響評価を実施して将来に向けて準備するとともに、効率的な水管理による排出ガス削減を目標に、エネルギー政策セクターと共同で適応戦略を検討中で、2010年、2020年、2050年をターゲットとして取り組みを進めています。左に水資源の現状がございましてけれども、渇水が継続し、また地下水、表流水の水質が劣化している。そのほか、

温暖化による生態系の影響、老化する社会基盤施設等、取水可能量の減少も懸念されている中で、取り組みを進めているところです。

47 ページはカナダのブリティッシュコロンビア州の事例ですが、気候変動に対応した広範囲な地方水政策を実施しているということで、水不足の可能性があるとされることでの対応に関して研究を実施中です。右欄は上に影響、下に適応策の例となっておりますけれども、より効率的な水使用もしくは水使用に関してのさまざまな取り組み、貯水池の開発、造林による適応等々、総合的な取り組みを進めようとしているところです。

また、48 ページ、最後のページになりますが、「海外における気候変動リスクへの対応」ということで、ここでは気候変動による少雨化が進行する西オーストラリア州で「多様性による安全保障」を中心戦略とした水資源開発計画、2050 年までの計画を策定して、水資源オプションの多様化を実施しています。これによって、今後の状況にさまざま手段、下の中央に記載していますけれども、水利用効率化、海水淡水化、地下水源開発、それから表流水のダム等の活用、水取引、水源域管理、下水処理水再利用等、総合的な取り組みを進めているということです。海外に関しての気候変動リスクへの対応は以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。それでは、今の御紹介につきまして、かなりさっとでしたので、ここについてもう少し詳しい資料が欲しいとか、そういうことも含めまして御意見をいただければと思います。いつも立川委員からで申し訳ないので、仲江川委員からいかがでしょうか。

【仲江川委員】 まず、非常に大きな質問なんですけれども、この検討会で、例えば7から紹介していただいた、こういったものを作成することまでが目標なんでしょうか。

【事務局】 この検討会自体は、今後の起こる事象に関して科学的に検討すると。施策的な部分は、今後、科学的な検討を踏まえつつ、国土審議会調査企画部会等での検討になると思っております。ここでは基本的に将来の影響というものを評価していくことが主たる目的となります。

【沖座長】 滝沢先生、いかがでしょうか。

【滝沢委員】 海外のいろいろな事例を御紹介いただいて大変参考になると思うのですが、日本とちょっと事情が違う点はあると思います。アメリカとかオーストラリアは非常に広大な国土で、農業のやり方なんかも随分違うと思います。確かに参考にはなるんですが、そこら辺の違いも少し意識していただいて、むしろ日本の施策に具体的に参考になるような部分がどの辺にあるのか。そういう面で言うと、小さい国といいますか、ヨーロッパあたりのほうが国のスケールなんか日本と似ているかもしれませんし、参考になるようなものがあれば、そういうものをぜひ御紹介いただければと思います。コメントです。

【沖座長】 ありがとうございます。立川委員、いかがでしょうか。

【立川委員】 沖先生はよく御存じなのだと思うのですが、アジアの国々が、例えばタイとか、アジア開発銀行とか世銀とかお金が入って、これに関する分析が相当されているように思うのです。国家としては、こういうようなことは必ずしも言っていないのでしょうか。私はあ

まり知らないものですから、知りたいなと思ってお聞きします。

【事務局】 アジアですか。

【立川委員】 はい、特にタイとか、そのあたりが先進的にやっておられると思うのですが。

【事務局】 タイでの事情は存じ上げていないのですけれども、私は前職、インドネシアにおりましたが、インドネシアにおいては将来の気候変動について、JICA が入って調査を開始したところです。これは洪水、水資源、両方について適応策をこれからどうしていくのかについて、JICA の技術支援のプロジェクトとして取り上げるということで、インドネシア政府との協働で進めております。アジアでも気候変動に関しては、長い間、いろいろ考えられているところですが、実際の具体的な施策、もしくは将来の予測というものについてどうするかというのは今始まったところで、今後日本も一緒に取り組んでいくべきと考えているところでございます。

【沖座長】 今朝のニュースでUNU、国連大学がレポートを出したというのがたぶん流れていたのではないかと思うのですけれども、それに加えて来年3月にはIPCCの第二作業部会の報告書も出しますので、そういうのも横目に見ていただきながらというふうに思います。

ほか、いかがでしょうか。

47 ページ、カナダのところに具体的な水資源管理の適応策というのが書いてありまして、より効率的な水使用とか、水使用料金、開発や人口の制限、いずれももっともかなというふうに思いますが、今回のこの検討会の中でも、前半で話が出ましたモデルの精度が上がれば、既存の貯水池の操作を工夫することによって、将来懸念される渇水に対して被害影響をどの程度最小限に抑えることができるかという検討はできるのかなというふうにも思いますので、そういうことも含めて、危ないとか安全になるとかいうだけではなくて、それがわかった時点でどういう対策があるかというのはたぶん行政的には重要なのかなと思います。この会ではそこまで立ち入ったことは扱わないということですが、科学的にどうなりそうかという先に、「じゃ、どうすればいいのか」ということもあるのかなというふうに思いました。

ほか、今の部分につきましていかがでしょうか。

特段ないようでしたら、全体を通じての議論にしたいと思います。皆様、せっかくお集まりいただいておりますので、やはり技術的にかなりチャレンジングな前半の気候変動の影響評価、先ほど申し上げましたIPCCの第二作業部会の第5次評価報告書を見ていただいても、なかなか定量的なことは言いにくい。やはりシミュレーションには定量的な精度というのはなかなか求めにくいところがございますので、相対的に現在とどう変わるかという評価が主となっているという状況かなと思います。

そうした中で、やはり本当に渇水になるかどうかというのは、貯水池に水がどのくらいあるのかというのでこれまでずっと管理されてきておりますので、どうしても定量的な精度がないと、行政にとって実感の持った将来推計にならないという、非常に学術的にもチャレンジングなところを今この研究会でやっているというふうに理解しております。

そういう意味では、今、ちょっと時間をとりまして、先ほど滝沢委員からお話がありまし

たモデルの評価をどうするのか、評価指標ですね。どういう評価指標でどのくらい精度があれば、現時点の科学技術として、まあまあ社会に対して説明できるような結果と言えるのだろうかということに関しまして、お考えを少しお聞かせいただけますと、たぶん事務局が助かるのではないかと思います。例えば「流況曲線を見ろ」といった場合に、流況曲線の濁水流量のあたりを見て、それがプラスマイナス何%ならいいとか、あるいはそうではなくて、流況曲線の後ろ4分の1くらいの相関係数がどのくらいあるべきだとか、あるいはバイアス誤差がこのくらいであるべきだとか、そういう具体的な、やはり相場観というのが大事だと思うのですね。気候変動に関する政府間パネル、IPCCのレポートもエキスパート・ジャッジメントというのかなり入っています。それは専門家がこの辺はもっともらしいだろう、この辺はまだ怪しいので取り上げないだろう、というのが陽に陰に入っているわけですが、やはりこういう検討も、その辺の、今、何ができて、何ができないか。精度も、先ほどのハイドログラフもこのくらい合っていれば、まあまあ合っているよとか、合っていないとか。これ、最後は客観的に決まるものではなくて、科学にも主観が入らざるを得ないとしたときに、普通はどのくらいなのか。良い意味でも、悪い意味でも、無茶じゃないところでどのくらい合えばいいのか。合わなければ、それは参考程度に考えるべきかというところをちょっと今御意見を伺えればと思うのですが、立川委員、いかがでしょうか。

【立川委員】 ちょっと難しい課題ですね。特に洪水の場合と濁水の場合でも違うんでしょうし、どちらかという洪水の場合のほうが実時間という意味で、何時間先にどれだけの水位が予測できれば、それが避難の警報につながっていくので、何となくまだ見えやすいと思うんですけど、濁水の場合はどの辺を評価値にするのか。

すぐ、なかなか答えることができない、難しい問題。ただ、その重要性は確かにおっしゃるとおりですね。

【沖座長】 例えば、19ページのハイドログラフですね。栗橋地点の自然流量、矢木沢ダム地点の自然流量。下に関しては、雨のバイアス補正をもう少し工夫すれば矢木沢ダム地点も合うのではないかと。上の栗橋地点の流量については、最初に御指摘があった、季節ごとではなくて年を通してのバイアス補正になっているので、冬が若干多め、そして8月、9月が少なめとなっているということですね、GCM20のほうは。

それに対して実際に観測された雨を使ってみると、まあまあいいんですけども、旬単位、旬というのは10日ですけども、10日単位でこのくらいの適合度。この辺は、まあ、このくらい合ってくればいいのかと考えるのか、滝沢委員から御指摘があったように、どうしてもハイドログラフだとピークが合っているか・合っていないかで判断しがちだけれども、水資源なので遜減のほうに目を向けるべきではないか、という御意見もありましたが、その辺、どんなものでしょうか。

【立川委員】 ここだと旬データに着目していて、こういうようなものかなと思うんですけども、まず水資源を見る上で何を指標として評価の対象にするかということまではっきりと決める必要がありますね。例えば、日のデータで比較するということになるのか、旬の値が

合っていればいいのか、あるいは月が合っていればいいのか。そこが最初で、そのあとで評価指標ということになるのでしょうか。

【沖座長】 そういう意味でいうと 23 ページの渇水指標というのがありますけれども、貯水量ですね。例えば、利根川でいうと 8 ダム合計の貯水量というのが 1 億 5,000 万立法メートルを切り始めると黄色信号、1 億を切るともうかなり深刻な状況、そういうふうな感覚を現場の皆様はお持ちなのではないかと思しますので、そういう意味では、実は旬の流量でも、日の流量でもなくて、貯水量がどのくらい比較的現実的に現れるか、ということかなと思われませんが。

【立川委員】 そうすると、ここに持っていく上でのモデルとしてどれくらい合っていれば、今、沖先生がおっしゃったようなシグナルといたしまして、ここにもゴールがあるわけですから、ここに持っていけるかというふうに考えると、順を追って考えていけるということになりますでしょうか。

【沖座長】 まあ、そうですね。ただ、そういう意味では不確実性がありますのは、取水量もわかっている分とわかっていない分が若干あるので、その辺をどう考えるか。実績ベースでやっていくしかない—実績というのは、過去を見て、大体このくらいかなというふうにも合わせていかないといけないのかという感じはいたします。そういう意味では、貯水量かもしれないですね。あるいは 1 億 5,000 万立法メートルを切った回数とか日数とか、そういうものがいかに現実に近いかというのが、皆さん、一番気になるところかなというふうにも思いますけど。

滝沢委員、いかがでしょうか。

【滝沢委員】 23 ページが出ていましたので、これを例にとってみますと、感想のようなことで恐縮ですが、平成 6 年の色がかかったところを見ると、改めてこんなに早くダムの貯水量って落ちちゃうのかなと。これは、たぶん水を使っているからということだと思えますけれども、改めて我々がこういう水の使い方といいますか、水に依存した暮らし、社会、経済を持っているんだということが、雨が降ってしまうと水位が保たれるのであまりよくわからないのですけれども、こういうふうに見せていただくと、それだけ水に依存しているということを改めて感じる気がいたします。

そういう意味では、これは落ちていくのが水の使い方に依存するのだとすると、やはりサプライサイドといいますか、水をいかに安定して供給するかという視点ももちろん大事ですが、使う側がどう水を使うかというところに、渇水になるかどうかというのは、もう一つ、非常に大きく依存するような気がするのです。ですから、将来のリスクみたいなことを考えるときに、将来、どういうふうな水利用になっているか、ということが大事なんですけれども、でもなっているか、ということだけではなくて、やはりサプライサイドも含めた、あるいは気候変動も含めて、より水資源の不安定性に対して強靱な社会経済、生活をつくるためには、こういうような方向の水の使い方あるいは水関連のインフラの整備の仕方の方向性だけでも示していただくと、それが今後の方針に非常に大きな影響も与えますし、考

え方に影響を与えると思うのですね。

先ほど沖先生が「定量的なのは、モデルを使ってもまだ難しい点がある」というふうに言われましたけれども、必ずしも非常に確度の高い、定量性の情報がアウトプットとして出なくても、少なくとも「どういう方向にずれるのか」というようなことがきちんとお示しただければ、例えば水道でいくといろいろなところに湧水に備えたような施設を、例えば貯水池を持っていたりとか、いろいろなものがありますけれども、水需要が減っていったら、それも小さくしていいんじゃないかという考え方も一方である反面、将来のリスクに備えて、やはりそれはきちんと維持・整備していくべきではないかというような考え方も出てくるのではないかと思うのですね。

ですから、適応策等を含めたときには、そういう方向性を示していただくだけでも非常に参考になるというような点がございまして、やはり賢い水の使い方、改めてそういうことを考えなければいけないというような契機になるような最終的な報告書をつくっていただくと、いろいろな国が先ほど御紹介いただいたようにレポートを出しているみたいですが、それに負けないような、しっかりとした気候変動対応を考えた水資源の使い方というようなことができるのではないかと、そんな気がいたしています。コメントです。

【沖座長】 ありがとうございます。私、先ほどの発言、若干違っております、23ページの図を見ますと、取水制限期間は2億トンを超えるや否や始まっているというのは、ここに示された3年間の中では正しいので、たぶん2億トンを目安にされているのかなど。ただし、冬湧水の場合、平成7年は正月、冬ですので、需要が少なくて滝沢委員から御指摘がありました減り方もゆるゆるなので、少し様子を見たのかなというふうに見てとれるように思います。ですから、1億5,000万トンではなくて、2億トンを超えるとちょっと取水制限を始めようかというふうに始まっているように見える。

それから、減り方もおっしゃるとおりで、冬と夏で違うのもそうですが、たぶん平年に比べると湧水の年は減り方が早い。それは雨が降らないだけではなくて、田んぼにも雨が降りませんので、その分、より取水は強化される。普段余裕を持っているところも、限度まで使える限り使おうとするということがあるので、普段よりもむしろ湧水の年のほうが減り方は、水需要は増える。当たり前なんですけれども、そのため結果としては河川の流況は、湧水の年は人間活動があることによってより悪くなる、ということが、これはユトレヒト大のグループ、日本からの留学生、和田君というのがグローバルに示しているのですが、というのがもう知られております。そういうのもここに見えているかなという気がします。

仲江川委員、いかがでしょうか。

【仲江川委員】 また指標に戻るのですけれども、なぜ雨の指標に戻ったかという、今の議論で言うと、結局は貯水量さえ見ていけばいいという話なのですが、おそらく新設のダムができたりして、あまり過去に遡れないんですね。それでおそらく別の雨だけの指標とかをつくってこられたと思うので、そこら辺はどうされるのかなど。今のダムがある状態をつくって、それでモデルでシミュレーションして、貯水量の指標をつくったりするのかなど。そう

いったことも考えなくてはいけないと思うのです。

【沖座長】 将来の水資源施設の方針だとか、そういうのをどう考えるかということですか。

【仲江川委員】 いや、まず、現在でも。

【沖座長】 過去の再現について？

【仲江川委員】 ダムが新設されてしまうと、今、8ダムで、前は7ダムだったわけですね。

【沖座長】 もとは6ダムとか、もちろん遡れば。

【仲江川委員】 そうなると、長い期間には、現在での指標、例えば再現期間とかいうのを計算できないのですね、短い流量ですと。そういったことも考慮しなくてはいけないのかなと。

【沖座長】 そこは、例えば 25 ページの既往渇水の分析のところでは、これは、今、仲江川委員から御指摘があったような意味では、現在と変わらない、主要な水資源施設のときだけを取り出して判断しているということによろしいのでしょうか。

【事務局】 とりあえずこの整理は今の状況についての整理ということで、過去もしくは将来という話に関しては、まず、今の状況での整理をきちんとしておく、おそらく将来はまた実績等を積み重ねながら見ていかないと、例えばここで使った指標がそのまま使えるのかというものも、その状況は変わってくる可能性がある。ただ、そのときに、今回これまでの経験、実績で整理したことを踏まえ、順応的な対応というか、今後見直しというものが、実績を積むことによって行われてくるだろう。今はそのように考えているところでございます。

【沖座長】 ちなみに 34 ページ、ちょっとまた話が飛んで恐縮ですけれども、吉野川で 20 世紀の初頭に大干ばつというのが一番上の段に 3 回くらいありますけれども、早明浦ダムというのはいつごろできたんですか。

【事務局】 1975 年です。

【沖座長】 そうしますと、3 段目に入ってからが早明浦ダムができてからと。そうしますと、例えば 1967 年、68 年、中段の右側のほうですが、ここでも丸がついているところかなり 100 日を越えているようなところがありますけれども、ここは大干ばつにならなかったんでしょうか。若干、よく見ていると気になる。

【事務局】 過去の記録としては大干ばつというところまでは整理されていなかったということで、もちろんそれなりに水不足という状況ではあったと思います。

【沖座長】 わかりました。大干ばつですから、大というのが。

【事務局】 もうちょっと表現を実際のどういう状況に対してか整理する必要があると思います。これは見やすさの整理と合わせて行います。

【沖座長】 そうですね。利根川の取水制限がかかったときだけを取り上げると、ほぼ数年に一回やっているはずですので、この「大」というのが何を意味するかとか、曖昧はこんなところはちょっと関わるように思います。

すみません、私の頭の整理でだいぶしゃべりましたが、皆様、全体を通しまして、また次回などにつきましてこのあとご紹介いただきますけれども、間が若干あくかもしれませんの

で、こういう整理をしてほしいとかいうことに関しまして、委員の皆様から御意見があましたらと思いますが、いかがでしょうか。

【立川委員】 全く個人的な興味で、やって下さいなんていうことではないんですけども、2ページ目でしょうか、「今年度の検討内容」というところで、おそらく2の次の項目、「気候モデルによる降雨値を使った流況評価」あるいは3の「将来の渇水情報の評価」というのが、これは今日お示しになったのが現在の値で、次は将来の予測された値について同様の分析がなされることだと思うのですが、例えば3の「将来の渇水状況評価」で、雨のほうだけで、例えばバイアス補正を加えた場合と、あるいは全く加えなかった場合で、例えば32ページ以降のいろいろな評価値がどれくらい違って見えるのか。バイアス補正は、実際の観測値に対してなされれば、それはそれでそこまでやれば十分ということなんでしょうけれども、その先の結果にどんなふうに見えるかというのがちょっと関心があるところで、余力があるといえますか、無駄なところかもしれませんが、もしもそういう機会があるようでしたら、そういうのも見たいなと思いました。以上です。

【沖座長】 いろいろ御都合もあるでしょうから、すべて3河川でなくても、例えば利根川、奥利根だけとか、あるいは栗橋だけででも、今、立川委員からコメントがありました補正なしだったらどのくらい現実と違って、将来も全然違ってきてしまうのかということに関して教えてほしいという御意見でした。

ほか、いかがでしょうか。

【滝沢委員】 先ほどの話にちょっと戻るのですけれども、これまでの渇水の経験では、ほとんどの場合、ダム貯水率を目安にして、取水制限等をつけるかどうか、渇水対策をするかどうかというような議論をされてきたと。それ以外の例外があるかどうか、ちょっと、私、存じ上げないのですけれども、もしそうだとしたら、何を入れるかにもよるんですけども、通常は利水における渇水適応を考えるのであれば、下流の河川の流況が合っているかどうかというところに手間をかけるというか、もちろん合っていたほうが良いとは思いますが、限られた時間でいろいろ御検討されていると思うので、そこよりも渇水における取水制限等の指標になっているところ、そこがうまく合っているかどうかというところに、むしろ集中的に注力されたほうが効率がいいのかなと、そんなような気もいたしました。

【沖座長】 ありがとうございます。貯留量にはどのくらい放流するかという、また別の難問があるようにも思います。今は実績を入れていらっしゃるんですけど。

【事務局】 今、実績の取水量をもととしています。

【沖座長】 将来についてはどういうふうにやられるお考えですか。現在の放流ルールに従って、ということですか。

【事務局】 そこも今後のシミュレーション、どういうふうを設定するかも含めて十分検討しなければいけないと思います。

【沖座長】 わかりました。仲江川委員、もし何かありましたらお願いします。

【仲江川委員】 特に、私からは依頼はありませんが、ぜひこういった解析を進めて、基本的

にグローバルを見ているものでして、こういった小さい地域でどういう振る舞いをモデルがしているのか、あまりよく知らないので非常に勉強になりますので、ぜひこういった解析を進めていただければと思います。

【沖座長】 ありがとうございます。それでは、ほかに御意見等ございませんようでしたら、以上をもちまして、本日の議事は終了したいと思います。

【事務局】 沖座長、どうもありがとうございました。以上をもちまして本日の討議は終了させていただきたいと思います。なお、本日の資料及び議事録につきましては、準備が出来次第、当省のホームページに掲載したいと考えております。議事録につきましては、その前に委員の皆様にご確認をお願いする予定でございますので、よろしくごお願い申し上げます。それでは、以上をもちまして閉会とさせていただきます。本日は熱心な御議論、大変どうもありがとうございました。

—了—