

第1回 気候変動による水資源への影響検討会

平成24年7月11日

【事務局】 それでは、定刻になりました。

ただいまより、気象変動による水資源への影響検討会を開会させていただきます。

議事に入ります前に、幾つか御報告をさせていただきます。

本日の会議については、公開で行わせていただいております。一般の方にも傍聴を認めております。

議事の内容については、各委員の皆さんに内容を確認していただいた上で、その発言者名を含めて公表をするということを予定しておりますので、御了解をいただきたいと思います。

また、本日、傍聴いただいております皆様方におかれましては、会議中の発言、御質問等していただくことができませんので、その点、あらかじめ御了承ください。

【事務局】 それでは、まず議事の2番目のあいさつということで、水資源部長の細見よりごあいさつをさせていただきます。部長よろしく願いいたします。

【細見水資源部長】 本日、先生方には、お暑い中を御参集いただきましてまことにありがとうございます。

私自身は内閣府の科学技術政策担当参事官ということで、社会基盤ですとか、宇宙、海洋の開発、利用、そういった科学技術領域の国家戦略を担当する部局を担当させていただいた経験がございます。

そういった経験から、最近の動向を見ますと、地球とか宇宙に関して、新たな知見の広がりがございまして、東日本大震災に伴う地球サイズの動きに関する新たな知見とか、あるいはヒッグス粒子の発見といった情報がございます。

地球変動という領域におきましても、沖先生のチームが、ネイチャー・ジオサイエンスで取り上げられた論文では、近50年で海面上昇の約4割が化石水のくみ上げによって起こるという衝撃的な研究成果が発表されるという状況にございます。

温暖化による気候変動の動きにつきましても、コンピュータの性能の向上というようなことで、20kmメッシュの全球モデルが複数、世界で提案されまして、それを使った結果が、現在、国連のIPCCに持ち寄られ、第5次レポートの作成が進んでいる状況にござ

います。

SREX という特別報告書におきましても、例えば降雨の極端現象は高まる傾向にあるとか、あるいは渇水というような事象に対しては、中程度の確信度というような言葉で傾向表現されておりますけれども、科学技術の言葉のリテラシーがないとなかなかそこをどうとらえていくのかというのがわからないような言葉ではございますが、そういった前提のもとでも、科学技術の最近の成果がようやく流域単位の水循環系の傾向の評価、分析に使えるレベルに到達している可能性が示唆されていると思います。

そしてその傾向に対して、国内外の水循環においてどのように適応策を講じていくのか、そういった議論が深まることが期待されています。したがって、今回も大変多くの方から傍聴のお申し込みがあったということだと認識しております。

私どもも最近の学術系の成果に対しまして、その社会適用の信頼性と、その限界などについて同時並行的に勉強していかなければならないと思います。

そこで昨年は、ここにお集まりいただきました水に関係の深い研究者の先生方に御協力をいただきまして、予備的な勉強を行ってきたわけでございます。今回は、その先生方に一堂に会していただきまして、その勉強結果も参考にいただきながら、最新のシミュレーション結果の示す傾向の信頼性とか、その有用性について評価、分析いただきまして、御指導や御助言をいただくために、この検討会を開催することにしたものです。

ですから、検討会という名称もいろいろ考えたのですが、研究会というほうが現時点では適切かもしれません。私どもの勉強が有意義なものになることを、さまざまな観点から御議論を深めていただくことをお願い申し上げまして、私のあいさつとさせていただきます。

【事務局】 それでは、議事に従いまして、本検討会の規約の内容について簡単に説明をさせていただきますと思います。

資料－１をごらんいただきたいと思います。

名称につきましては、「気候変動による水資源への影響検討会」としております。

目的でございますけれども、近年の少雨化や年降水量の変動幅の拡大、少雪化の現象等が確認されている。今後、気候変動により今まで経験したことのない大渇水が発生する可能性があるため、将来の渇水の規模・頻度を科学的かつ定量的に把握して、その対応策を含めた適応の方向についての検討を実施したい。

その検討にあたって、結果の公表も考慮して、気候変動要因を科学的かつ定量的に把握

するために、気候変動等を専門とする研究者の皆様の最新の知見を反映しながら、水資源への影響を把握して、適応の方向への検討に役立てていきたいというのが目的でございます。

検討会につきましては、別紙に書かれております本日、御参加いただいております4人の先生に御協力をいただいております。

東京大学生産技術研究所教授の沖先生。

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻教授の滝沢先生。

京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻の准教授の立川先生。

そして、気象研究所気候研究部主任研究官の仲江川先生。

4人の先生によりまして本検討会が構成されております。

検討会につきましては、

座長を置き、座長は委員の互選によってこれを定める。

座長は会を総括する。そして座長の職務代行をするものというのをあらかじめ指定する。

座長は、検討会に委員以外の方の出席を求めることができる。

審議の必要があるとき、座長が招集するということで、事務局につきましては、国土交通省水管理・国土保全局水資源部水資源計画課総合水資源管理戦略室のほうに置くということにしております。

雑則として、もし必要な事項が生じた場合には、座長が検討会に諮って定めるということで、本日から適用をするということでございます。

規約（案）につきまして、御異議等がございませんでしょうか。

特に異議がないということでございますので、事務局案のとおり、規約を規約として取り扱わせていただきます。

それでは、進行にあたりまして、規約の第3条2項にのっとりまして、座長は委員からの互選ということになっております。

委員の皆様方に特段の御意見がないようであれば、事務局としては沖先生に座長をお願いしてはどうかと思いますが、よろしいでしょうか。

〔「賛成いたします」という声あり〕

【事務局】 異議がないということでございますので、沖委員に座長をお願いしたいと思います。沖先生、よろしくお願いいたします。

次に、規約第3条3項にございます座長の代行でございますけれども、沖座長からどな

たか御推薦いただければと思います。

【沖座長】 できましたら、滝沢先生にお願いしたいと思います。

【滝沢委員】 承知いたしました。

【事務局】 ありがとうございます。

それでは、滝沢先生に座長代行をお願いしたいと思います。

では議事に入る前に、座長から一言いただければと思います。よろしくお願いいたします。

【沖座長】 沖でございます。

第1回目、検討会というのはいろいろあるわけですが、国交省水管理・国土保全局が主催する会議としては、今日が第1回でございますので、私だけでなく各委員からも、私のこのあと一言ずついただきたいと思います。

先ほど細見部長からお話がありましたネイチャー・ジオサイエンスでの、20世紀後半の海面上昇の要因の中で化石水による影響は4割としていますが、4割は大き過ぎると今、コメントが入っております。この比率は、今後、ネイチャー・ジオサイエンス誌上でやりとりをする予定になっていますけれども、ただ、それは4割か1割かという話であってゼロではないのです。やはり人間活動というのが、海の水面を目に見えて測れるぐらいに変えてしまっているというのは、我々やはり人間活動が地球環境を変えつつあるという証左であろうというふうに思います。地球温暖化による気候変動というのはどのぐらい変化するか、あるいは変化するとして、どのぐらい対処しなければいけないかということに関しましては、社会が決めることですので、まだ議論の余地はあると思いますが、気候変動が起こりつつあることというのは、科学的には、もちろん細かい点はいろいろありますけれども、議論の余地はないと思っております。

ただ、逆のことを言いますと、温暖化以外でも気候は変動いたします。また、気候が安定していたとしても、これまでも水資源での被害が生じてきたわけです。ということは、どういうときに、どんなふうに水による被害が起こるのかということをきちんと把握して、今後どういうことが懸念されるかというのを知るということは非常に重要なことです。しかも、特に、水を安定して確保することに関しましては、最近ちょっと水が足りないねと言ってから確保できるまでに1年、2年ではすまないわけですから、あらかじめ長期的にわかることに関しましては、事前にどういうことが起きそうかということを調べておくのも重要なと考えております。

日本に関しまして、水資源がどうなるかということが本当に細かく、経済的な評価ができるところまでわかるかということ、まだなかなか難しいところがあると思います。今、I P C C、気候変動に関する政府間パネルの第5次報告書の第1次ドラフトというのが公開レビュー中でございます。出たあとに文句を言うのではなくて、意見のある方、あるいは関心のある方は登録していただければ、どなたでもできるようになっております。そういうプロセスにも参加していただきつつ、まだあと1年ぐらい間に合いますので、いい成果が出ましたら、そういうところにも、日本ではこんなことを考えて、こんなふう準備を始めたというのがこういうレポートに載るといいなと個人的には考えております。

ちょっと時間をいただきまして、滝沢先生、一言お願いいたします。

【滝沢委員】 気候変動だけではなくて、さまざまな形で、水害もそうですし、渇水もそうですけれども、水は我々の生活に影響を及ぼしていると思います。その一方で、これまでつくってきた水に関するさまざまな社会インフラが、もうそろそろ更新というような時期を迎えております。その中でいろんな担当部局で長期的な計画を立案しているわけですが、そういう中で、こういった気候変動の影響がさまざまな形でアウトプットとして出てくることで、そういった長期プランの中にうまく取り込んでいただければいいのかなと思います。

社会インフラを一応つくとやはり50年、60年使うものですから、50年、60年先、どうということが起こり得るか、なかなか正確な予測というのは難しいと沖先生がおっしゃいましたけれども、そうとは言いつつも、可能性としてどうということが起こり得るかということを考えながら計画を立てていくということも重要なのではないかなという気がしております。

【仲江川委員】 私は今、気候の方にはおりますが、もとは水資源の方をやっていたんですけれども、やはり水を考えますと、今の気候モデルで見ると、予測精度に限界があるというのは事実です。ですが、50年、30年計画策定において、大きなインパクトはないかもしれないですけれども、今の精度で使える何かの知見に役立てていただければと思います。また5年後、10年後に、もう一度同じような作業をしていただいて、恐らく今よりかはよくなっているだろうそのときの精度で、また再びそういった長期プランを立てていく、その繰り返しをやっていくことが重要かなと思います。

あと沖座長が言いましたI P C Cレポートワーキンググループ2ですか、ぜひこの成果は、非常にいい内容ですので、ぜひ、ワーキンググループ2に発表してください。

【沖座長】 ワーキング２は論文でなくてもいい、ただし、きちんとできれば英語がいい、頑張っていたきたいと思います。

【立川委員】 気象研究所をはじめとしまして、新しい温暖化計算のアウトプットを使って、それを河川流量に翻訳する仕事を引き続き私どものほうでもやっておりますので、お互いの知見を共有することができればいいなと思います。どうぞよろしくお願いします。

【事務局】 ありがとうございます。

それでは、これより議題の（２）のほうに入ってまいりたいと思います。ここからの進行につきましては座長のほうにお願いをしたいと思います。

どうぞよろしくお願いいたします。

【沖座長】 それでは、本日の議事に入りたいと思います。

今回は、気候変動による水資源への影響に関しまして、利根川流域、筑後川流域及び吉野川流域を対象に議論をするということになっております。

それでは、議題（２）のこれまでの検討結果について、事務局の方より御説明をよろしくをお願いします。

【事務局】 事務局より説明させていただきます。

右肩に資料－２とあるこれまでの検討結果は、昨年度、予備的検討ということで行った概要であります。

利根川と筑後川につきましては、２点ありまして、先ほど沖座長のほうから、渇水のときに、どんな雨の降り方があったのか、渇水の要因はどういうものかということ进行細かく分析してなかったということもあって、その特性を把握しようということで行っています。

気候変動モデルによる将来の渇水、これは技術的にコンピュータの能力も上がりまして、さまざまな変動モデルが出ております。それらについて、将来、雨の降り方がどうなるのかということある程度予備的に整理したということあります。

それをもとに予備的な調査ということで、気候変動による水資源への影響ということを整理したものです。吉野川についても分析を行っております。

３ページを見ていただくと、これが利根川の流域分割図になっております。

利根川は大きな流域ですので、やはり１つの全体流域でいろいろ雨の降り方を議論しても、なかなか詳細がわからないということで、図に示すとおり、烏川・神流川流域、吾妻川流域というふうに、ダム群も含めて、流域を分割して雨の降り方を把握していくこととしております。

流域面積全体としましては1万6,840km²ということで、20kmメッシュでは42個分ぐらいの大きさだということでございます。

続きまして、筑後川流域につきましては、全体流域面積2,860km²、20kmメッシュでは7.2個分ですけれども、ここにつきましても、上流ダム群等で松原ダム流域、玖珠川流域、それから、小石原合流点流域、あと残流域という形で流域を分割して雨の降り方等进行分析しています。

5ページですけれども、吉野川流域につきましては、全体流域3,750km²ということで、20kmメッシュで9.4個分ぐらいの流域になります。これにつきましても、上流の早明浦ダム流域、それから池田ダムの上流の流域という形で、雨の挙動を把握するために分割して検討したということでございます。

6ページを見ていただくと、利根川につきましては、流域の降雨特性の実態把握ということで、過去の渇水の際に、どんな雨の降り方であったのかについて示したものです。図を見ていただければ、平成6年は日本列島渇水で、ダムの貯水位がずっと下がって、大きな取水制限がかかったというときでございます。

そのときに、雨の降り方で、平年よりも流域ごとで雨が少ないとだんだん赤色になっております。見ていただければ、ダムの上流域のほうで赤く、平年よりも雨が少ない、上流域で少ない傾向があると渇水になりやすいという1つの事例でございます。

平成8年、これも渇水がありまして、利根川の上流の貯水位がどんどん下がって取水制限しました。このときにも雨の降り方としましては、上流域のところで、最上流域ではさほどではないのですけれども、途中上流域のところで赤い色ということは雨が少なく、渇水の年はこういう形で雨の降り方が少ない傾向の流域が出現するということがわかったということでございます。

7ページ、筑後川ですけれども、これも同様に平成6年から平成7年まで2カ年にわたる大渇水があった年であります。

貯水位を見ていただくと、夏場からぐっと下がって、冬場、次の年までほとんど貯水位が0になったという年でございますけれども、上流域でやはり赤い色になって、平年より雨が少ない傾向があります。

平成14年の渇水は、貯水位が下がって、大幅な取水制限になっていますけれども、やはりこのときも上流域で雨が少ないことがわかります。

流域ごとで分割してみると、こういうふうにも雨の降り方の違いがわかるということでご

ざいます。

8 ページを見ていただくと、吉野川も近年、結構頻繁に渇水が起きております。これも同様に調べてみています。平成6年の渇水は、早明浦ダムの貯水量がぐっと下がって、何十日間も取水制限を行っております。図を見ていただければ、上流域で非常に雨が少なく、下流域のほうではそうでもなかったことがわかります。

平成7、8年は冬期に渇水が、秋先から冬期にかけて渇水がありました。9月ごろから貯水位が下がって、翌年の5月ぐらいまで貯水位が回復しませんでした。冬場の渇水ということ、そのときでも、傾向としましては、上流域では少雨傾向ということがあります。

9 ページも同様で、平成17年、この年の渇水ですけれども、上流域では雨が少なく、下流域では非常に雨が多い状況でした。

それから、右、平成20年におきましても同様の結果が出ております。

ちなみに10 ページ、吉野川のほうで見ますと、吉野川における渇水が昭和52年から平成21年の分まで表しております。

右方向が取水制限日数、右に行くほど長く取水制限がありました。縦軸は制限率ですので、上に行くほど厳しい制限がかかったということでは、平成17年の夏は180日ぐらいで75%の取水制限があった、平成6年についても75%の取水制限、非常に厳しい制限がかかっていることがわかります。こういう実態のときに、上流域では雨が少ないという傾向があるということがわかりました。

11 ページにつきましては、これは雨が降ったあと、ダムにどのぐらい流出してくるかという傾向をつかんだものでございます。ある程度雨が降った日数、その15日間の日数の降雨量を1日置いたあとでの流出量3日間の量を示しています。

利根川でいきますと、前15日間の降水量300mmでありますけれども、流出率0から1までありまして、傾向としましては、右肩に大体、ばらつきはあるものの、上がっているということで、雨の降り方によって流出が上がっていくような傾向です。

筑後川につきましては、500mmの降雨があったので、横長にして傾向を見ようとしております。やはり同じように、雨量によって流出が上がるといような傾向はありまして、やはりばらつきがあるということでございます。

吉野川もこれもばらつきがありますけれども、他とは異なるのは雨量が200mm、300mm あっても、流出率が4割しかありません。流出率が1.0にいかないような線、ち

よつとばらつきが大きいという、そういった傾向も見られたということがあります。やはり雨の降り方というのは非常に難しいものがあります。

12 ページでございます。

これは初期貯水量と渇水の発生との関係です。やはり冬に雪が少なく、雪が少ないと夏場に渇水が起こるのだろうということをちょっと見たものであります。

利根川のダムの貯水量ですけれども、1月1日の貯水量はすごく低い線、赤い線があります。これは4月ごろに雪が溶けて融雪で貯水位が上がっていくのですけれども、満水まで上がらずにまた使いはじめて下がっているということでは、なかなか貯水量が上がらなかった。初期貯水量が低いとなかなか思いどおり上がってくれなくて、下流に放流しなくてはいけなくなるということで、やはり少なからず初期貯水量というのは渇水にも影響する。見ていただければ、1月1日の貯水量というのは年によってばらつきがあります。

筑後川の例でいきますと、非常に平成7年、最初からないという年もあります。初期貯水量というのは、その年の夏場の一番水を使う時期に非常にきいてくることもあるということでございます。

それから、13 ページですけれども、これは利根川の降雨特性と渇水の発生は、夏場、春先でございますけれども、平成6年の渇水のとくに、やはり貯水量が低減した期間が80日間ということで、80日間の降水量を平年と比べてみれば、やはり渇水が起こる要因になるのではないかとということで、貯水量の平年との差を調べました。少なければ下のほうに赤くなっております。貯水量の下にちょっと赤い取水制限期間という印がついています。

80日間の降水量の平年との差を、取水制限があった渇水の年を見ていただくと、やはり80日間の降雨量は少ない傾向があるということがわかり、ある程度80日間の降水量が渇水の要因になるということでございます。

14 ページですが、そのほか利根川については、渇水になる要因としてどんなものがあるかということで、①1月1日の初期貯水量が低くて渇水になるような傾向、それから②としまして、雪が少なく、融雪の量が少なく回復しきれないで夏場に突入したということ、それから、やはり③夏場の雨が少なく渇水になるというようなパターンがあるのでないかということで、この要因で過去の渇水を見てみました。それが該当するところでは、やはり1994年の平成6年の渇水とか、1995年、1996年の渇水の年にはやはりそういった要因がありました。

ただ、初期貯水量はいっぱいあるけれども渇水になっているという2001年、2004年は、

夏場の降水量が結構きつくてやはり無降雨が続いたことがわかります。やはりいろんな要因があり、夏場の降水量が少ないというのは、全部の要因に関わっているということでもありました。

右下の図としましては、過去、代表する渇水年の夏場の貯水量の不足量を、どれだけ不足したかということを灰色で示しておりますけれども、夏場の不足量の原因が何かをもうちょっと調べてみますと、初期貯水量で不足した分を黄色、融雪で回復した量の平年差を青、それから、夏場の不足量ということで行きますと、1994年を見ていただくと、平成6年の渇水ですけれども、初期貯水量の不足があったということです。1994年については、初期貯水量は平年よりもあったのだけれども、やはり夏場の不足量の影響が大きいので、結果、上のほうを見ていただいて、1億5000万 m^3 ぐらいの不足でした。

1996年を見ていただくと、融雪の回復量は結構ありました。回復量はあったのだけれども、初期貯水量は全くなかったということで、最初から非常にきつかった。夏場の雨も不足していました。1994年と1996年は不足量は同じですけれども、各要因がいろいろあります。初期貯水量とか融雪の回復のときの不足、それらが重なって全体の不足量になっているということもわかったということでございます。

15 ページ、筑後の例でございますけれども、筑後は平成6年、7年の渇水するときには、貯水量の低減というのが90日ぐらいあったということで、90日に着目して、90日降水量の関係で見ました。これは利根川と同じようなものです。

下のほうで90日の降水量の赤が不足分です。降水量の不足年で上を見ていただくと、やはり不足量が多いところは取水制限になっているのですけれども、1986年、1997年ごろは、90日間の雨の量はそんなにでもないということがあります。そういう点ではまた別に要因があるのかなということで、今後は勉強しなくてはいけないと思います。ただ、全体的にはやはり90日の降水量が少ないと渇水になりやすいというのが筑後川ではある程度要因であるということでございます。

16 ページ、吉野川です。

吉野川も平成6年の夏期、吉野川は早明浦ダムという1つのダムしかないということもあるのですけれども、さらに低減期間が短い、60日、2カ月で低減するということがあります。渇水の取水制限がたびたび起こっております。これも同様に60日間の降水量の関係で、下の図で赤く不足量が生じております。

これを見ていただくと、やはり不足量の多い年を見ていただくと、取水制限になってい

ますけれども、やはり吉野川につきましては、不足量が多いとき、取水制限になっていないときもある、ぎりぎりだったのかもしれませんが、そういうところもありますので、低減期間が短いということもありまして、やはりほかの要因もあるということが感じました。

17 ページ、これは気候モデルでございます。

20km ごとに将来の雨のデータ、基本データがあるということで、この4モデルについて、将来の雨でどんなことがいえるのかというのを整理したところです。

18 ページは、モデルで記されている平年気温、年降水量、年間無降水日ということで、これは傾向を見ただけでございます。

左側がRCM20、左から2番目がGCM20、AGCM3.1S、AGCM3.2S、一番上が気温ということで、ちょっと見づらいかもしれませんが、赤線が筑後川、青が利根川で、一番左が現状、過去20年のデータ、真ん中が近未来、50年後の20年間の雨量、3番目は将来、100年後の20年間のデータというふうに見ていただいて、気温は最近の20年間、それから、50年後、100年後と、利根川と筑後川でやはり温度が大分違うことがわかります。

真ん中の降水量を見ていただくと、モデルによってやはりいろんなばらつきがあります。

当然無降水日数についてもモデルによっては特性があって、ばらつきがあって、これがどんな傾向を示すかというのは、今後、勉強したいと思っています。

19 ページは予測モデルから出力された生のデータですので、これを試算するのに、現実となかなか合わないということがありまして、技術的に日単位の順位誤差一定手法というバイアス補正をかけて、日平均気温につきましても、月単位の差での補正を行い、できるだけ現状と合うような形での補正をしたということです。

その結果、20 ページに無降水期間の補正ということで、日単位での順位誤差の、バイアス補正をかけることによってある程度は観測値に近づけたということになります。

それから、21 ページ、これは利根川ですけれども、モデルの計算上のばらつきを見たものでございます。この見方としましては、先ほど申しました渇水の指標であります①融雪期の回復量、これは冬場の平年気温がやはり高いと雪が少なくてなかなか回復しないということで、冬場の気温に着目しました。

②としましては、夏期の貯水量の低減で、80日間の降水量の平年差、こういうのに着目して調べれば、渇水になりやすい年が得られるのではないかという試みでございます。

図としましては、右横軸が 80 日間の降水量、縦軸は平年の冬期の気温です。

ちなみに平成 6 年の渇水、1994 年もプロットしています。先ほど申しましたように、冬期の気温はマイナスですので、この年は雪が結構あった年でしたけれども、下の図を見ていただくと、夏場の 80 日間の降水量が非常に少なかったということで、渇水になっている。

着目したのは上のほうの 2085 年、2086 年も暖かくて、80 日間の降水量も少ない。やはりこの年は渇水になっているのではないかとということで、これを流出計算等をしてみました。

真ん中ほどに 2088 年というのがあります。これは 80 日間の降水量は、平年とほとんど変わらない。気温も平年と変わらない。これは後ほど示しますけれども、実はこれも渇水になっているということがわかりました。

それから、筑後川でございますけれども、同じように着目は、①で夏期の貯水量の低減量の指標ということで 90 日間、330 日間、筑後川、冬期の降水量が少ないということに着目しまして、横軸が 90 日間の降水量、縦軸が 330 日間の降水量ということで、平成 6 年、7 年の渇水は、やはり 330 日間の降水量が少ない、下のほうにあります。90 日間の雨も少ないです。

将来の降雨量をプロットすると、2088 年というのは 330 日も少なく、90 日も少ないということで、これもやはり渇水になっているのではないかと、ちなみにほかに示した 2033 年、2036 年というのも渇水になっているということで、あとで説明します。

こういったことで、ある程度指標を示せば将来の渇水が判定できるのではないかと、いうことを試みたものでございます。

23 ページにつきましては、これは機械的に降雨量を流出計算するためのモデルの紹介でございます。

24 ページを見ていただくと、これが各モデル、上が R CM20、次に G CM20、A G C M3.1 S、A G C M3.2 S のモデルの気温とか降水量をもとに、流出計算等を行い、それでどうダム貯水位が変わったかというアウトプットです、ある程度試算でございます。

上の R CM20 で説明しますと、これはちょっと見づらいですが、20 年間の毎年のダム貯水量でございます。真ん中にあるピンクが 80 日間の降水量の平年との差ということで、2089 年というところでも貯水量が下がっています。

先ほどの G CM20 の 2085 年というのを示しています。先ほど夏場の雨も、冬期の気温

も高くても渇水ではないかということで示したところを流出計算してみたところ、やはり雨は少なくても夏場は下がるのですけれども、さほど下までいっていないというのが 2085 年でした。

A G C M3.2 の 2086 年を見ていただくと、ここは夏場に下までぐんと下がっていることがわかりました。

先ほど申しました 2088 年は、平年と雨は余り変わらなくて、気温も変わりなかったけれども、秋から冬にかけて雨が少なく、夏場からずっと秋にかけて貯水位がずっと下がったままで翌年までいっているような、こういう年が将来あらわれているということでございます。過去に例を見ないような降水のパターンで渇水が生じる可能性というのがあるのではないか。将来、雨の降り方は大分変わるのではないかという試算結果でございます。

25 ページにつきましては、これは不足量と不足日数で、各モデルで厳しい順にデータを並べた渇水の分類の表になってございます。

その次の 26 ページ、筑後川ですけれども、これも同じように、先ほど要因別で抽出した年について流出計算等を行ってダム貯水量を見てみますと、モデルによって異なり、R C M20 では貯水量は 2043 年に下がっていますけれども、A G C M3.2 で見ていきますと、2026 年ではぐっと下がっているけれども、3.1 でも下がっています。

モデルによっていろんな下がり方がありますので、このモデルの結果をどういうふうに見たほうがいいのかということも、先生方の御意見をいただければと思います。

27 ページは、先ほどの利根川と同じように、不足量、不足日数で厳しい順に上のほうから並べた表でございます。

資料 2 の説明は以上でございます。

【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につきまして、御質問、御意見等をいただきたいと思います。

今、御説明の中で、将来予測に関しまして、2086 年とか 2000 何年というのがありましたが、これは基本モデルの結果ですので、その年に起こるというわけではないというところは、ちょっと気にしていただいて話を聞いていただかないといけないところです。モデルによるとこの 2088 年、2086 年に来るのではないかと、いうことを問題にしているのではなくて、今世紀の終わりごろにはこういうこともあり得る、ということをしていろいろ見るために複数のモデルでの予測結果を見ているということに基づいていますので、この

点を御理解していただかないとちょっと勘違いになります。

【事務局】 すみません、説明が不足していました。

【沖座長】 では委員の皆さん、よろしくお願いします。

【立川委員】 21 ページ、○がついているものが、大きな○ですね、これらが渇水が発生した印ですね。この渇水の印というものは、例えば時系列で書いてある 24 ページにおいて、どうなったら渇水と判断されるのでしょうか。貯水位がずっと下がっているものですか。

【事務局】 このときの作業としましては、結果的には 24 ページで 20 年間の連続計算をしたのですが、当初は、渇水要因からその年を選んで単年度の貯水位の変化を探ろうと考えました。ですから、そのためには単年度の年を見つけるために、21 ページの、ある程度の 80 日の降水量とか、そういう指標をもってピンポイントでその年を選んでみて、その年の貯水量の変化を単年として、2085 年とか 86 年などを探して、その年を計算しようかと思ったわけで、結果的には、昨年、先生方の御意見により、連続計算してみようということもありまして、24 ページで連続計算した結果となりました。

ですから、21 ページの 2085 年が左側にありますけれども、気温が 1 度ぐらいで雨が一番少ないときになっています。これを 24 ページを見てみますと、GCM20 で 2085 年を見ると、やはり夏場は 80 日間の降水量が少ないということでうんと下がっているということ、これはやはり夏場の降水量が少ないという要因が計算でもあらわれるということはつかんだということでございます。そういう意味で見ていただければと思います。

【立川委員】 わかりました。

【事務局】 ただ、24 ページを見ていただければ、AGCM3.2 の 2092 年という目安の年ですが、この年が結構深いのですが、こういうのがどうやって探せるかというのは、今後、指標、渇水の要因をもっといろいろ詳しくしっかり調べないと、2、3 個の要因で探していても、やはり雨の降り方は大分違うので難しいのだなということは痛感しました。

説明は以上です。

【沖座長】 今のお話は、立川委員としては 24 ページ目、○がついているのは、必ずしも深刻な渇水だけではないのではないかという質問で、事務局のお答えは、21 ページのようにして、例えば積雪時の回復量の目安となる暖冬かどうかということと、80 日降水量の平年差の 8 月の対象値を指標とすれば渇水になるかならないかが見えるのではないかと思

ったら、今の答えだと、そうでもない。当たるけれども、見逃しもある。

【事務局】 この2つの指標だけではどうも抽出しきれないので、今、立川先生から御指摘があったように、24 ページ、あくまでダムの貯水量を基準にしているのです。極端に貯水量が下がっている年というものは、何が 21 ページのような指標としてあらわれるのかということについては、後ほどこちよと御議論いただきたいと思います。今年度、幾つかの指標をもう一度洗い直してみて、どういう傾向にあると渇水が起こり得るのかということを見ていきたいなと思っていますので、昨年の検討結果なので、計算する年を選ぶと思って、とりあえず2つで指標を選んだのですが、連続計算してみたら、どうもその指標だけでは必ずしも極端な雨が少ないと貯水が減るという年を特定できなかったというのが去年の結果でございます。

【立川委員】 あとついでに 24 ページの一番下のAGCM3.2Sで連続計算して、真ん中にある赤○のところは、こちらの 21 ページのほうで、雨が少ない、気温が高いということですね、次の 2092 年というのは、これはどの辺の○になるのでしょうか。

【事務局】 すみません。21 ページのプロットの、この雨と気温で、どのモデルのどの年かがどれがどれかとわかるような表がありますけれども、本日は、用意しておりませんので、あとで調べておきます。

【立川委員】 結構でございます。

【事務局】 傾向からすると、緑の○で書いてあるGCM20の2088年というのは、やはり冬場にかけてぐっと下がっていて、年を越えているような話になっているので、どういう雨なのかということを含めて整理しないと、恐らくどこかへまぎれてしまうので、これではわからないという形の特定にはなと思います。

【立川委員】 ありがとうございます。

【仲江川委員】 今の点ではないのですけれども、14 ページの現況で、基礎データは今のよう到大分わかってきていまして、恐らくこの 20 年間、連続計算によって、すべての状況がわかっているはずですので、そこで整理されるとよろしいかと思います。これは現況ではこうですが、将来、これがどう変わるのかということも非常におもしろいと思います、調べていただければ。

【沖座長】 14 ページの特に下の要因別に分けた黄色や青の棒グラフをそれぞれ独立に時系列で示してみたらどうかという多分御指摘ではないかと思います。

【仲江川委員】 あとこういう二次元をとってもいいかと思います。

【沖座長】 そういう意味でいうと、補給量がどうなっているかも見てもいいのかもしれませんが。補給量はあるのですか。

【事務局】 6 ページを見ていただけますか。

これは利根川の平成 6 年と平成 8 年の、下の図を見ていただくと、でこぼこしていますが、黒い線、これは 8 ダムの補給量で、赤色が 8 ダムの補給量の平年値ということで、平成 6 年は、夏場で、補給量としまして毎秒で 75m^3 ぐらい送っています。同じく平成 8 年の渇水は結構きついのですけれども、ダムからの補給量が毎秒でいきますと 40m^3 ぐらいということで、渇水の年によってダムの補給量が違うということも過去あります。それはやはり途中の、ダムの上流でなくて残流域で川の水が少なかったということもあります。

【沖座長】 そういうことも考えられますし、取水量の低下というのは、なかなか実際のデータは出てこないと思いますが、やはり深刻な渇水するときには取水量がふえている可能性がありますね、下流で。せっかく検討会をやるので、そういうことが多少でもわかれば。

【事務局】 これにつきましては、今年度の検討方針のほうでちょっと触れさせていただきます。

【沖座長】 わかりました。滝沢先生は。

【滝沢委員】 これは水の将来、予測をするときの水の使用というのは現況のままかどうか。

【事務局】 これは現況のままです。

最大取水量で一応計算します。将来はどうなるかというのはちょっとわからないので、試算としては、現況を使ったということです。

【沖座長】 この段階ではということですね。

【事務局】 はい、この段階では。

【細見水資源部長】 私から質問していいですか。

24 ページの表を見ていると、RCM20 と GCM20 は、同じ年度を並べているわけではなくて、1 年ずれているのですね。それで気になって 2087 年のところのある 4 つのやつを見ると、ダムの水位が極端に違うのですね。RCM20 だと、ダムの貯水量は多いのだけれども、GCM20 だと少ないのですね。それから、AGCM3.1S だと少ないのに、AGCM3.2S だと多い。これはだから、たぶん全球モデルの特性をどういう要因でやっているのかという、そういうのが影響しているのですか。

【仲江川委員】 先ほどのまず連続計算の年月日を気にしていただかないほうがよろしい

かと。

ただ、海面 S S T は、将来の S S T と同じなので、そうしたら同じ年が同じ傾向が出るのではないですか。

【沖座長】 17 ページの表に、海洋の欄があります。ご指摘のモデルについては大気モデルを出しているの、海洋は別途、境界条件として与えているはずなんですね。それが温暖化予測に用いた条件は、将来の推計の S S T という海面水面という同じものなのか、それぞれ別のところからもってきているのかということ、ちょっと調べていただいて、つけ加えていただくと、今みたいな質問に答えやすいかなと思います。ちょっとそこは仲江川先生。

【仲江川委員】 それほど日本の地域は海面水温に影響されないで、違った値が出ている。これは自然の変動で、例えばことしの夏の季節予報というのはなかなか当たらないのは、同じような理由です。

【沖座長】 なかなか当たらないと少し言いわけみたいに聞こえますが、要は条件設定による影響の程度の把握が難しいということで、つまり海面水温さえ的確に与えると、雨の大きさがわかるというものでもない上に、もしかすると、違う海面の状況を入れて計算している場合もあるので、そうすると、ある年、ぴったり同じように渇水傾向とか大雨傾向になるわけではないので、ある年というのは便宜上言っているだけであって、今世紀の終わり 30 年ぐらいの間に、ですから、この期間の中で何回ぐらいどのぐらい深刻な渇水があるかというふうに解析していくべきだということだと思います。

ではまだ時間が大分ございますので、恐縮ですが次の議題に移らせていただきます。

【沖座長】 今年度の検討方針ということで、資料－3 にしたがって御説明いただきます。

では資料－3、2 ページ目を見ますと、3 つ書いてございまして、今年度は 1、流域の渇水発生要因等の分析、2、気象変動モデルによる将来の渇水について、3、気候変動による水資源への影響についてと 3 点ございますので、1 つずつ議論していくことにしたいと思います。

ではまず 1 つ目の流域の渇水発生要因等の分析をよろしくお願いいたします。

【事務局】 説明させていただきます。

この資料は、事務局で今、こういうことをやってみると影響がわかるのではないかとということで案です。本来なら事前に各先生に見ていただければよかったのですがけれども、今日、はじめて提示します。今日、御提示した内容で、やはりこういった側面もあるし、

こういった留意点とか、御意見をいただければと思います。

過去の渇水では、流域の渇水発生要因の分析ということで、2ページで右のほう、分割は昨年のもと同じように、同じ分割図を使います。

先ほども言いましたけれども、吉野川につきましては、基本的な要因のデータ分析は昨年実施しましたが、流出解析を吉野川だけ去年できなかったものですから、先行して利根川と筑後川だけは流出解析をしたということで、今年からは吉野川についても流出解析をするということを御承知おき願って、説明を聞いていただきたいと思います。

3ページでございますけれども、昨年の基礎的な勉強、検討で、やはりいろんな要因があるなということがわかりました。先ほど沖座長からもあったように、ダムからの補給量と基準地点での流量で、渇水の年ではいろんな取水現象というのも起きるということで、やはりそこらあたりを分析してみると何かわかるかもしれないということで、1つは①としまして、ダムからの補給量の分析、ダムの流入量、放流量、ダムの下流に向かっての補給量と貯留量というものを整理して、それで渇水時の運用状況と比較して、貯水量が低下した理由とか、それから、その要因としまして流入量の減少とか融雪のときの回復が少なかったとか、初期貯水量が少なかったとか、下流の流量の低下とか、そういったいろんな要因があると思いますけれども、貯水量、補給量の違いがどんなところに起因しているのかというのを補給量のほうからまず探ってみようというのが3ページでございます。

それから、4ページにつきましては、これも逆に下流で水を取る、ダムというのは下流の基準地点に向かって水を供給していきますけれども、基準地点で水が潤沢にあれば、ダムから放流しなくて水を取れるということになっております。ということでは、基準地点での川の流量が渇水年のときにどう変化するかということもきちんとしておくということで、基準地点の流量の分析をして、流量、それから、できるだけ取水量を把握して、維持流量とか補給量、取水制限状況といったものを見つつ、一たん流出計算上では自然状態に戻して推定することを考えています。

それで平年と渇水年の自然流量を比較して、渇水時の流量の低減状況を推定したいということを考えております。

基準地点の流量を構成するものとして、基準地点の流量と、支川とかから合流してきますので、それから、ダムの流入量とダムの下流での流入量、そういったことを見まして、基準地点の川の流量はどういった減少となるのかというのを分析したいということでございます。

5 ページを見ていただくと、やはり先ほどから言っていますように、特性が、連続計算していろいろ要因があるなということで、やはり降雨特性の分析もやりたいということで、①としまして渇水発生要因に関連する水文特性の分析ということで幾つか考えております。渇水発生要因についても、関連する水文特性としまして、ダム流域、ダム下流域、本川・支川等。

それから、先ほど言った基準点の流量の低下、それから、貯水量の低下ということで、その低下につきましては、右のほうにありますけれども、秋の降水量、冬の降水量ということも貯水量の低下になります。それから、基準地点の流量の低減ということでは、きいてくるのは、ダム流域、下流域での無降雨日数の増加というものもあるのではないかとということで、雨の降らない日がどれだけ多いとどうなるかということも指標、目安、要因になるのかなということも考えます。

それから、融雪期の回復量の減少につきましては、先ほど出ましたダム上流域の降雪量の減少ですとか、それから、一番雪が多くなるだろうという2月に着目して、そのときの雪はどうか。

それから、利根川上流の冬場の気温が少し上がるということで、冬場の気温に着目して深く分析してみる。

そういったいろんな着目点、まだこれ以外にもあるかと思いますので、御意見をいただければと思います。そういったものをからめて要因をいろいろ分析していきたいと思います。

6 ページを見ていただければ、渇水発生要因の分析ということで、去年は、利根川ですと夏場の80日間の降雨量とか、初期の貯水量とか、春先の融雪の回復量とか、3つぐらい要因があるのではないかと。一応あらあらで状況を見たわけですがけれども、やはりここに縦軸でありますけれども、先ほど申しましたいろいろな要因、秋の降雨量とか、そういったものがありますので、それらを縦軸にして流域を分割していますので、分割ごとに過去の渇水を横軸にして、マトリックスとして見てみると、ある程度傾向といったものがわかるのではないかとということで、いろんな傾向につきまして調べてみたいということで、既往、過去の渇水の発生要因の分析としてはこういうことを取り組んでみたいと考えております。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

では今の御説明につきまして御質問、御意見等よろしくお願いいたします。

恐らく今の時点でぜひいただきたいのは、渇水の発生要因について、こういうことも検討してみたらどうかという御提案が多分一番大事なという気がいたします。いかがでしょうか。

【立川委員】 連続計算を実際されたわけですね。それをもとにもう一度、渇水をピックアップし、それがどのような要因で発生したかを分析するということですか。

【事務局】 1、については、既往の渇水のほうをむしろバックデータとして、どんなものがあるかどうかというところをまず見てみよう、これを土台にして将来の降雨モデルで出てくるものについて、どんな要因のもので起きたのかということを、先ほどの冬期の積雪とか、夏期の降雨量であるとかという3つの指標で、大体降雨分類みたいなものが推定できるのではないかと思ったのですが、そうでないパターンの渇水が出てきているということがあるので、既往の渇水の中でどんな現象があるのかどうかというところを少し見ておこう、特に雨の降り方でいうと、ダムの上流、貯水、ためられるもので決められるだけではなくて、貯水を下流に供給していかなければいけないということがあるので、下流側の影響についても考慮しなければいけないのではないかとこのところがあります。ですので、既往の渇水の状況がどんな形だったのかということをもとに整理をして、これは要するに将来の渇水の要因を分析するための要因のピックアップを、既往の渇水から行うというのが一つの検討内容です。

【沖座長】 そうだとしますと、本来は、過去についても、将来と同じモデル計算をして、そこでどういう状況のときに渇水になるかを確認することが必要です。そうすれば将来予測とは逆に現実と対応させられますので。その場合、いろいろ工夫が必要ですが、雨や気温については、1994年の雨の状況、1996年の雨の状況というできるだけ現実に近いものを、モデルに合わせて入れて計算するようなことをして、将来とも親和性が高いけれども、やはり非常に現実状況も同じように再現されたのを確認する。ただ、それが本当に同じかどうか非常に微妙なので、その違いを把握した上で予測モデルの結果を用いる上でのくせを取り除かないと、将来だけ計算して、こんな渇水が頻発しますと言っても説得力がないので、過去についての再現計算はやはりどうしても必要になってくるかと思います。今、立川先生のお話から言うと。そうすると同じような土台で検討が可能になるという、ちょっと作業量をふやして申しわけないのですけれども。

【事務局】 はい。

先ほど仲江川さんから、不足量の状況も加えてみたい、これまでの不足量のところで、資料－２の 14 ページで過去の不足量の時系列的なものを。

【沖座長】 それも本当に観察されたデータから出てくるものと、できればモデルでのど
うなっているかというのが両方があるといいと思います。

【事務局】 はい。

【滝沢委員】 先ほどの資料－２の中で、11 枚目に土壌の湿潤状況と降雨流出率というの
は、傾向は見えるけれども、かなりばらつきが多いという御説明がありました。これがち
ょっと気になっているのですけれども、これは流出高を総降雨量で割っていますから、分
母が小さいとものすごくばらつきが大きくなりますね。降雨量が少ないところのデータも
含んで計算しちゃうと、かなりこの値がばらつくのではないかと思うのですけれども、そ
の辺は検討はされているのですか。

【事務局】 これは少ない雨量のときが多いものですから、下のほうが真っ黒になってし
まうものです。

【滝沢委員】 降雨量がある程度以上のときのデータだけを使って計算をしたということ
でしょうか。

【事務局】 そうです。

過去のデータで数年間の通年で、ある程度以上の降雨量のデータであって、少ない降雨
ではまた流出しない場合もあるのではずしたものです。

【滝沢委員】 こちらの解析のほうに戻りますと、6 枚目で、長期降水量とか無降雨日数、
秋期降水量とか、季節ごとというか、ある程度長い期間での降水量を評価される、今のと
ころ御提案されているのですが、多分水が足りなくなるのですから、降った量と使う量の
バランスで足りなくなる。当然なんですけれども、降った量の問題と、それから、それが
どういうふうに出してくるのかというプロセスが多分あると思うのですね。流出プロセ
スが果たしてきくのかきかないのかというところで、こういうふうにはばらつきがあるとす
ると、実は流出プロセスも考えなければいけないのかどうか、それを関係ないんだという
ことなのか。

これを見ると、かなり同じ雨が降ったときでも、どれだけダムに入ってくるかが違うわ
けですね、流出が違うわけですから。そこをもう少しお考えいただく必要もあるのかな。
長期的な季節間での降雨量を加えて、私は今、ちょっとよくわからなかったものですから、
もしかしたら降雨量の少ないのも全部入れて解析されると、そこはばらつきの原因になる

のかなと思ったのですが、それは除いていらっしゃる。

【事務局】 それは資料－２の 11 ページの表には出ていました。

モデル計算で与えますけれども、すべてのものが入っているということではあります。

【沖座長】 逆に言うと、この図はモデル計算でなくて、三日間の観測の雨量と流出率だけしか見てないので、実際の流出率には降雨量、総降水量そのものも含むので、そういうものが含まれないのでばらついているということももちろんあるのではないかと、というような趣旨の説明かなと。

ただ、今、滝沢先生がおっしゃった中では、流出プロセスがきくのかきかないのか計算してくれというのが非常に重要な御指摘かなと思います。

【仲江川委員】 先ほど連続計算を行うのでいろんなものが出てきているわけで、これが全部一応この表、ばらつきが見えるのですぐに説明できるわけですが、うまく再現されて。それで何がばらつきの原因かわかるのではないですか。

またマトリックス、5 ページのところですが、特に将来、渇水があると、将来は、冬期は現在だったら雪で降っているところが雨になったりということがありまして、現在でもうまくそういう分類ができるのであれば、要するに総量とあとどれだけ雪で降っているか、そこら辺のことがわかると、将来、それがどうかということが、実際の比較が。

【沖座長】 最後にまたまとめて全体についての御意見をいただきたいと思いますので、引き続きまして 2、気象変動モデルによる将来の渇水についてというところの御説明をよろしくをお願いします。

【事務局】 7 ページでございます。

冒頭で、この資料－３のところでも申しましたが、吉野川につきましては、昨年、降雨の特性の分析だけでしたものですから、気候変動モデルで将来の雨がどうなるかという解析をしていなかったということで、吉野川につきましても、昨年、利根川、筑後川でやった 4 モデルで将来の降水量がどうなるか。吉野川は地域特性がありますので、バイアス補正につきましては、その生値、生のデータを見まして、バイアス補正がいいのかとか、補正についても日雨量がいいのか。そこのマニアックなところはまた御相談させていただくとして、ある程度補正は必要かなということに思っています。

20km メッシュのバイアス補正の値ですので、それを 1km のメッシュの地形降水情報でのダウンスケーリングをしても計算します。

8 ページがその流出計算、4 つの気候変動モデルでの 20km でのデータ、気温とか降水

量等もこの流出モデルですけれども、1km メッシュにダウンスケーリングして計算します。

昨年とちょっとモデルを変えてみたのでどうなるかということも含めて今年の流出モデルを考えてございます。

それから、9 ページ、これは先ほど示した気候変動モデルのデータというのは 20km メッシュですので、それを国土数値での 1 km メッシュのデータに高度補正をして、雨を降らせて流出計算等を行う。

3) のところでありますけれども、渇水現象の試算と結果の分類ということで、4 モデルにつきまして、降水量、気温等の結果から、渇水を分析します。これは連続計算をしますので、吉野川につきましては、いろんな要因を探しますけれども、今度は連続計算してみ、非常に将来で渇水になりそうな年の降雨とか、それを 1、でやりました過去の渇水の発生要因、それを分析していこうということです。

引き続きまして 10 ページですけれども、連続計算した渇水の発生要因というのを分析しまして、右のほうはどういった分類、整理がいいのか悩んでおりますが、検討対象流域の渇水発生要因と水文を分析するということで、渇水時のダム補給量、基準地点の流量といったものを抽出して、水文現象と発生頻度、流域分割ごとに渇水時と平水時の降水量を比較しまして、発生頻度的に分類して、その傾向を使うのも 1 つの手法と考えております。

それから、11 ページでございますけれども、当然ダムから補給しまして、水を取水しまして供給しているわけですが、利根川、筑後川、吉野川でも当然取水制限のやり方等はいろいろ違うわけですが、そういったものも流出計算等をする中で、渇水になるような年で取水制限の長さとか、制限率、つまり、激しさ、厳しさ、それから、大きさ、これはダムの不足量といったことで、これが現在の状況から将来の気候変動モデルでどういうふうに変化するのかということを試算してみたいということです。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

では今の御説明に関しまして、御議論、御質問等いただければと思います。

取水制限というのは、河川管理者の権限ですか。

【事務局】 いいえ、これは利水者の方々たちとの互譲の精神で決まります。

【沖座長】 互譲の精神、つまり渇水調整という話ですね。そうしますと、私は非常にこの取水制限を込みにして将来推計というのだったならば、ある意味画期的だと思っていました、つまり既存の施設ではもう対応しきれない。つまり現在でも頻繁に起こっているわけ

ですね。なので将来も当然起こる。それを織り込み済みで将来どのぐらいだという話をしているわけですが、逆の意味で申しますと、いざとなったら徹夜で頑張るからと無理な仕事を引き受けるようなもので、あるいは夏休みの最後の日頑張ればいいやといって遊ぶ子どもがいたりというもので、何となく違和感がある。だけれども、仕方ないので取水制限も逆に考えないとめちゃくちゃになるので現実的に考えた状況を肯定しているのだということは今後検討結果を見ていく上でちょっとお互いに意識したほうがいいかなと思います。もっとも、本当はこんなものをしなくてもいいわけですよというための議論をしているのですが、現実の対応を踏まえるとちょっと若干違和感があるということです。

【事務局】 補足しますと、利根川では、過去の渇水の例でいくと、取水制限が 30%というのが最大です。将来、それで足りるのかといったこともありますし。

【沖座長】 オリンピック渇水のときも 30%。

【事務局】 はい。

筑後川は 75 とか 76%がありますし。

【沖座長】 それは既存の取水権者に対してであって、暫定はゼロなんですか、暫定水利権の方は。

【事務局】 暫定は、そこは調べなければなりません。

河川によっても特性がありますので、それを見ながら、将来、そういう厳しい状況での影響について検討したいと思います。

【事務局】 沖先生がおっしゃるように、取水制限は人的なものですので、当然そのときに取り得る何らかの決まりによってやっているものではなくて、調整をやっているということがあって、そうするとどのような設定を、幾らでも答えが出るので、どういう設定でやるのかという、これでいいのかという部分については、我々としても自信がない部分もありますし、まずはどんな水文現象が起きるのかというところを踏まえた上で、実際にどんな取水制限が考えられるのかということについては、また今後、検討していかなければいけない部分だと思います。

【沖座長】 私は現代というか、21 世紀のシミュレーションは人間活動を込みにすべきだと言っているのですが、そういう意味で、非常にこういうのがあるというのは先駆的だとは思っているのですが、ただ、これが当たり前だと皆さんが思うというのはちょっとどうかなという気がいたしますということです。

【滝沢委員】 はい。

幾つシナリオがあるというのが……。

【沖座長】 なので取水制限なしというのも一応出すわけですね。

【事務局】 はい。

当然取水制限なしで深さを見て、それが何かやることでどのぐらい助かる、助かりぐあいとか、その辺もあると思うのです。

【沖座長】 ほかにいかがでしょうか。

【立川委員】 現状は、このデータの場合、大分前半のほうにお話があったと思うのですが、けれども、渇水の時総補給量が多いとかというような可能性というのはかなりあるのですね。

【事務局】 はい。今、特にダムの貯水量は、何からの補給量をする、当然水位とかは下がってくる。流入マイナス放流ですから、当然雨が降らなければ下がる、インがなければ下がりますし、アウトでも上流で雨が降ったとしても、下流でたくさん雨が降れば上がるということで、ここで言っているのは便宜的に不足量というのは推定していますけれども、条件が悪いかどうか今後、検討していかなければいけないところがあるかもしれない。ある一定以上にダムが下がった場合に不足量ということで、連続にかける、ボリュームを出す、そういうことを一応目指そうとしております。

【立川委員】 前の、GCM20 の 2025 年、2088 年が入ってないので、あとここに 3.1 の 2087 年、2088 年あたりは、これはそうでもないのですか？

【事務局】 これも同じように、今、御指摘のように、24 ページの下から 2 つ目でいくと、AGCM3.1S でいくというと、真ん中ほどの 2087 年、年をまたぐものがありますし、このモデルでいうと、同じく 89 年のところ、それから、97 年とか、99 年とかというところでもこのパターンのものが出ています。

【仲江川委員】 その水文流出モデルの結果について原因分析をしていただいて、まず雨とか非常に単純なものだけの原因であるとすれば、下の 3.1 と 3.2 に関しては 60km という粗いですが、25 年のこの計算を 3 回別にやっていますので、そうすると、25 年で 1 回しか出なかった現象が 75 年を見ることによって、例えばそれは本当に 75 年を見ても多分 1 回起きない場合もあり、1 回起きる、あるいは何回も実は 75 年を見ると起きる、こういうことがわかるかどうか、そういった傾向も 60km モデルを使って。

【滝沢委員】 渇水の予測で、3 つの指標で、水利用の影響を見るということなんですけれども、流域の中に、水道ですと、多くの水道体があってそれぞれ事情が違いますね。そ

の辺はどうしたらいいのですか、全部やるのも大変でしょうし、どこか幾つかピックアップされるのか、何かお考えがありますか。

【事務局】 利水者は利根川流域で考えますと、利根川だけで使っているか、荒川の場合もありますので、ある程度の仮定で割り切る必要があるかと思います。それをいろいろ仮定するとしても、結果、答えがどんな答えかというのがありますので、多い仮定を設けてやるしかないところもあります。吉野もいろんなところで使っていますし、筑後もいろんなところで使っているという意味では、やはりある程度仮定を設けて、割り切りも含めてやらないといけないと思います。

そこはこの検討をするときに、また悩むと思いますので、個別にまた相談したいと思います。

【事務局】 一応の予測については、正直言うと、条件によって幾らでも答えが出てきますし、その条件が確からしいかという検証の方法は、正直言うと、今まだ起きてない、実績もないところでもあるので、そういう意味でいうと難しいところもあると思います。

それから、今、例えば委員長や立川委員からも御指摘があったと思いますけれども、まず渇水が生じている状況、水文状況というのがどの程度の要因として確からしいものがあるかどうかというのをまず見た上で、こちらで言っている現況の深刻度みたいなのところのシミュレーションをどのぐらいの観点でできるのかというのは、その時点で御相談させていただくのがいいのかなと思っています。そこまでいきつきたいなと思っていますけれども、大体インプットの部分、雨であつたり、水利用といいますか、雨の問題については、降ってもなかなか信頼度に難しい部分があると思いますので、その結果が出た時点でまた進め方を御相談させていただきたい、研究課題と思っています。

【事務局】 特にこの水利用については、ある程度、現況の要因を分析して説明したあと、それも踏まえた上でやろうと思っていますので、その検討する中でまた御相談させていただきたいのです。

【立川委員】 沖座長からもありましたが、ぜひ連続計算をモデルにするというのが、いろいろ中身の分析する上で1つの足がかり、糸口になると思いますので、現況をモデルにされるといいのではないかなと思います。

24 ページの結果、最初のほうの資料－2に入りますけれども、25 年を計算して、だんだんと上にいっちゃうとか、下のほうにだんだん経時的に変化してなくなっていくといことではなくて、大体おおむねこう回り、動いているというのが年間当たりの水資源として

はおおむね余り変わってないということなのか、あるいは補正は説明ありませんでしたが、余りにも補正がかかり過ぎているのか中身はわかりませんが、これだけぱっと見るとすごいなと思って、これは本当にたしからしい結果になるためには、現況を用いて説明をされると非常にいいと思いました。

【沖座長】 18 ページのほうの気候変動モデルによる、気候変動だけではなくて、気候モデルによる将来の渇水ですが、気温が上がるというのは、どんなモデルでやっても上がるということですね。ただし、降水量に関してはよくわからない。別の言い方をすると、変動の範囲内ぐらい、あるいはちょっとふえるぐらいですね。無降水日数に関しても、モデルによってはR CM20、一番左のは増えたり減ったりしますが、ほかではほとんど余り平均値は変わらないということからすると、確かに御指摘のとおり、将来とも水資源量が大きくふえたり、大きく変わったりすることはなさそうだ。というのが1つの理由ですね。余り変わらない。

もう1つは、日本のダムは基本的には流出量で 200～300mm 分しかたまらないのですね。ということは、1回大きい雨が降ったり、あるいは融雪時に、大体関東のダムだと普通は戻る。なので、そういう意味で言うと、かなり渇水でも、底をついても、次の水管理には戻るということが大体多いということが、恐らくなんとか平均回りで戻っているということの意味であろう。

ただし、平均がそうであっても、たまたま雨の少ないのが続くことがもし今に比べてふえるとそれだけ足りない。あるいは将来の農業用水の利用をどう見込むか、非常に難しいと思いますが、そこの需給バランスをためておけないですから、貯留量としての、雪解けのときにうまく下でも使ってくれてためるということができていればいいのですが、それができなくなると、途端に足りなくなるといったことがあるのではないかな。そういういろんな要因を、それぞれためるようにしようということがあったように思います。

【立川委員】 今の先生の話、わかった気がしたのですけれども、たしか前半の話で、九州のほうでやった場合は理由づけることが難しい、1つはやはり貯水量が小さいために、ちょっと雨が降るとたまってしまう、ということなのかなと思いました。

今の質問した趣旨の背景は、外国で同じようなことをやったことがありまして、貯水量がかなり大きいダムで、かなり補正をかけても、経年的にどんどん減ってしまっていて、結論としてはルールを変えないと何かうまくいかない。そのような結果がある海外の流域で見られました。そのようなことが見えて、日本とは違うなと思いました。

【沖座長】 経年処理できるようになるのですね。

【立川委員】 そうですね。かなり大きなダムですが。

【沖座長】 ほかいかがでしょうか。

なければ、最後の話題になりますが、気候変動による水資源への影響についてということで、残りの部分について御説明をしてください。

【事務局】 3番ということで、気候変動による水資源への影響。

12 ページでございます。(1) で渇水影響の程度を分析するための仮定ということで、先ほどからのいろんな条件がありますが、渇水時における水利用の調整実績の整理、利根川、筑後川、吉野川で過去にいろんな調整方法があつて、そういうのをしっかり整理するということも大事と考えます。

②としましては、ダム貯水率と取水制限、給水制限の関係を。

下のほうに利根川の8ダムの貯水率と過去の取水制限、利根川上流ダム群は何億 m^3 ぐらいになると皆さん、各事業をする方、水を使っている方に集まっていたいて、もうそろそろ10%に入ろうかとかいう形で決めるわけですね。これを見ていただくと、やはりばらつきもありますので、それらを分析しながら、まず仮定をしていくということが1つ。

それから、13 ページになりますけれども、それらを使って、将来、気候モデルで、渇水になりそうな年ということでの各年の不足量、不足日数というのをある程度渇水規模で評価して、先ほどの仮定のモデルにつきまして、どのぐらいになるかということの試算をすることもやってみたい。

下のほうがイメージで、基準地点での流量からの渇水の年なのか、発生状況を、河川流量で、確保量を下廻れば不足になるということで、これはダムから補給するわけですが、ダムが直接的な取水制限で乗り切れるということでやります、将来、この場合、穴がどうなるかというのがわかっていないのですが、それらが水利用の過程においてどう影響するかということも、いろんな形のトライアルに出ることを試算をしていくということで考えています。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

今のことですが、御意見をいただければと思います。

あるいはもし全体につきまして、もし気になったり、あるいはお気づきの点などございましたら、ぜひ御指摘いただければと思いますけれども。

【立川委員】 1つだけ教えてください。

流量を長期的に連続計算して、指標を出していただいているのは大変ありがたい、ぜひやっていただければと思います。

そこで、バイアス補正が大事だということで、雨の補正を行っているわけですが、もう1つ、流量を見ているのだから、出てきた流量を補正するのもあるのかなと考えました。流出モデルの不確実さもありますし、特に渇水の評価しようとする、降水量だけではなくて、どれぐらいの期間、降らなかったりとかということも大事ですが、どれぐらい降らなかったかということは補正が難しいですね。その辺は本当に補正しきれんのかどうか。

出てきた流量を補正するといっても、もちろん人為的なことが入ると下流域の流量推定は難しくなるので、上流域だけしか見れないかもしれませんが…。

【沖座長】 降雨日数に関しては、普通は0は0なんですが、モデルは大体ちょっと弱い雨が多いので、では時間 0.2mm までは0にしましょう、この分はほかにのつける、そんなことをやると思いますが、先生がおっしゃるとおり、流量を整理してみるというのも研究としてあるのかもしれない。

【立川委員】 そういう意味で見まして、いろいろな不確かさがあることを考えると、アウトプットを補正して使うというのもあるのではないかと考えました。

【沖座長】 ある意味では、流況曲線に直して、流況曲線同士の補正化をしてみるというのはいいかもしれませんね。

ありがとうございます。

ほか将来の渇水分析予測に関しまして、先生方いかがでしょうか。

【滝沢委員】 この資料の 12 ページにあります貯水率と取水制限率の関係を整理されているのですが、これは取水制限を決めて導入する時点と、解除する時点とがあると思うのですが、解除するほうというのはどうなのでしょう。

ある時点で、例えばダム貯水率が 30%になったら、これで導入しているけれども、30%に戻れば自動的に解除になっているのか、そうでなくてまた別の判断をされているのか。

この次のページで取水制限期間を決めるときに、解除するときは何を判断されているかというところも調査していただければいいかなと思います。

【沖座長】それほどではないということですか。

【事務局】 そもそも論で非常に大胆というか、大ざっぱというか、かなり乱暴な図になっていまして、ダムの貯水率と取水制限というのはどっちが原因でどっちが結果なのかと

いうそもそも論があって、水の需要が多くて需給が多いから結局ダムは下がってしまうので、要は天水が十分降っていれば、ダムの貯水量が下がっていたとしても、制限する必要があるという判断が……。

【滝沢委員】 そうなんです。雨が降るなと思っているときは、下がってきても制限をかけないとか。

【事務局】 それは例えば筑後川であつたりとか、吉野川であつたり、ダムの貯水量もそうですが、周りがどうなのかとか、これから梅雨に入るのかどうかというよく見極めて実際にやっていたりするので、ですから、そういった夏期渇水への対応の場合と、冬渇水の対応の場合は当然違ってくる。冬はもう多分雨が降らないでしょうねということを前提にやるしかないので、恐らく早めに絞って、それから、浅めのところで長くなる形にしますし、夏場の場合であれば、梅雨であつたり、もしくは台風時期の雨ということで、深くまで埋まっているということもあると思うので、そこも含めて、特に利根川の場合は、既往は基本的に渇水がメインになっていて、今、モデル上は、冬渇水の話をしているので、事例がない形になっている可能性も当然あるので。

【事務局】 利根川でも冬渇水の実績はあります。ただ、先ほども説明したみたいに、きびしいというものは無いということです。

【事務局】 数%が取水制限みたいなものが連続しているという事例がないので、そこも含めてちょっとまず整理をしてみて、この考え方でどうかというところをまた次の機会でおはかりができるかなと思っております。

【沖座長】 ほかいかがでしょうか。

逆に言いますと、12 ページの貯水率と取水制限みたいに、これだけいい関係が、平成 8 年は平成 6 年の深刻な渇水の直後でちょっと早めに大分高いところを出しちゃっているのですけれども、それで関係があるというのは、やはり何となく皆さん思っていらっしゃるということかなと思います。逆にですから人間活動は恣意的であって、いろんなことがあり得るけれども、大体平均的にはそのぐらいの渇水調整になるでしょうというのはモデル化できるというのは、そういうことかなと思うのですが、ただ、それは学問的に最適な渇水調整と、実際に行われるのではやはり違うと思うのです。

今、思い出したのですけれども、平成 6 年か 8 年のあとに、いや、もっとこういうふう

に操作していれば渇水にならずにすんだ、あれは人為的な渇水だと非難した人もいたような気がするのですが、ただ、実際、このあと、どのぐらい雨の少ないのが続くかわからな

い状況で、安全側に運用したい側と、いや、どうせ雨が降るのならもっと使わせろというユーザーがいた場合の調整というのは非常に自然科学的な、あるいは技術的に留まるものではないかなと思いますが、この図を見ると、将来の標準のシナリオとしてはあってもいいのではないかな。逆に冬渇水の場合に、こういう渇水調整を目安とすると被害が少なくてすみませんよ、そういうことができればシミュレーションのメリットだと思いますので、ぴったり合いました、将来、推計したらこうなります。大変ですねとか、安心ですねというだけではなくて、いや、こういうふうに施設の置き方を変える、あるいは運用の仕方を変えらるともっとみんなが困るよ、渇水が減りますというのができるのが、まさにシミュレーションをやっていく意味だと思いますので、ぜひその方向でやっていただけたらいいのではないかなと思います。

【事務局】 この国は特に利根川ですけれども、吉野川とか筑後川では第5次取水制限があったりとか、別々に段階に入ることもありますので、もっと違うかもしれません。

過去の実績をみてある程度やるしかないと思います。

【沖座長】 筑後川はそもそもプール方式ですね。こういうふうに一律に取水制限はかけられているかは限らないわけですね。

【事務局】 はい、吉野川、筑後川では用水別にかけて、利根川は一律にかかってくるから、この図のように整理をしてから地域特性を踏まえて考えたいと思います。

【沖座長】 よろしいでしょうか。ほかは。

それでは、本日、初回ということで、見解とか御意見もいただいて、私から気づいた点も大分途中でそれを出していただきましたが、渇水がどういう条件のときにどう起こるかというのは、本来、学術研究があつてしかるべきところをちゃんとやってなかった。また、現業の方も渇水になったときには大騒ぎしてどうだったかとやるのですが、起こらなかったとき、つまり雨が少なかったのに渇水にならなかったというときと、渇水に実際になったときとどこが違うのかということで、我々水に関わるものでちゃんと整理してなかったということかなというふうに思います。そこを今回、きっちりとどういう条件で、我々は水が足りなくて困るという条件のうちきたのだろうか。将来、それがどう変わっていくのだろうかということをきちんと示しましょう。

1つ指標の話が出まして、渇水の深刻度を水管理者はどうしてもダムの貯水量がどのぐらいか、貯水率がどのぐらいかというのが指標になっているというのは今回、よくわかりますが、ではユーザーから見たときにどうなのか、あるいはユーザーも受給者、水セクタ

一と、さらにそこから水を得ている、例えば水道を使っている方、あるいはかんがい用水を引いている方にとってみても、深刻度というのはまた違うかもしれないですね、その辺ができればわかりやすいしっかりした指標というのは何だろうというのが長期的な課題で、今年度出るかどうか分からないのですが、やはりちゃんと出していないと、水資源白書を過去 20 年、10 何回、この地域では取水制限がありますよと言われても、そう困った経験はないなという方が多いわけですね。その辺をどう考えていくかということにもつながると思います。

それから、流出の説明がつくかどうかも含めまして、あるいは残流域の流量も出る。流域の分離もある、上水道もあるということで、やはりシミュレーションを長期にやるというのは非常に大事であろう。そこに関しては、過去についてもきちんとやりましょう、ぜひやっていただくといいのではないかとというのが我々からのサジェスションでございます。

シミュレーションの精度が今年度で十分なものが出るかどうか、案外言うのは簡単で、モデルがあると何でもできると思ってしまう人がたくさんいるのですが、合わせるのは非常に簡単ではございません。ただ、それが精度が上がっていくと、今後、水利権というのはどうしていけばいいのか、既存の水管理施設をどう運用すればいいのか、先ほどの取水制限も含めて、どうすればいいのかといったいろいろな試行錯誤が既往でできる。そういうツールを持つということは、限られた社会インフラを最大限うまく使う、あるいは計画していく上で必須だと思いますので、気候変動に限らず、そういう意味で言いますと、今回の検討会は、気候変動がきっかけではありますけれども、水管理、いろいろ資源が限られた中で、どう何とかひどい目にあわないようにしていこうということに関しては非常に役に立つと私は思いますので、大変かとは思いますが、ぜひちゃんと進めていただければと考えております。

委員の皆さんからはほかに何かございますでしょうか。

では私からは、本日の議題については終了しましたので、事務局に議事をお返しいたします。

【事務局】 それでは、最後に、お手元にある資料－4を見ていただければと思います。

【事務局】 A4横で今後の予定、あくまでも予定ということで、きょうは第1回ということで7月11日です。今年の検討内容、いろいろ意見とかいただきましたので、それを含めて、これからすぐとりかかりまして、ある程度の気候モデルの要因とか、それから、既往の渇水の要因のところの分析を次回までに。

それから、吉野川の降雨モデルによる将来の雨の降り方による出現状況とか、連続計算の結果というのも次回お示しして、それから、そのあとに水資源への影響ということで、渇水影響程度の分析の1ぐらいまではある程度途中経過を次の回で御説明できないかということで、大体10月の中旬ごろというのを次回に考えております。

それから、その次は1月ということで、事務局のほうでは考えております。また先生方の都合等もお聞きしながら日程は詰めさせていただければと思います。

【事務局】 先ほどちょっとお話しさせていただきましたけれども、一応資料－4の分析については、10月ぐらいまでの検討結果を踏まえて、第2回で御議論いただいて、そのあとも検討したいなと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

【事務局】 それでは、以上をもって検討会を閉会させていただきたいと思います。

委員の皆様方、まことに御示唆をいただきましてありがとうございました。また次回よろしくお願いいたします。

どうもありがとうございました。

— 了 —