

## 第 13 回四国水問題研究会 議事概要

日時：平成 22 年 3 月 15 日（月）15:30～17:00

場所：高松サンポート合同庁舎 国土交通省四国地方整備局 13 階 1306,07 会議室

### 開会（事務局）

資料確認

講演会 講師紹介

- ・京都大学防災研究所 中北 英一教授
- ・「気象変動による治水・利水への影響」について 1 時間の講演を予定。講演後、質疑応答の時間を設けているのでその中で情報交換を十分にしていきたい。

### 講演

「気象変動による治水・利水への影響」

（講師）京都大学防災研究所 中北 英一教授

中北教授が参加している「気候変動予測に関する革新プログラム」において、近未来～世紀末の洪水、渇水等の災害（極端現象）への影響を評価するグループの研究成果の概要（主に GCM20 による評価結果）を紹介頂いた。

5 カ年計画で現在 3 年経過

〔 IPCC4 レポート 〕

- ・ IPCC4 レポート（80 年先の予測）では、気温は全モデルの平均で 2 弱（全球平均）の増加、降水量はばらつきが大きいですが平均 2～3% の増加が予測されている。A1B シナリオにおける日本周辺の降水量は増加傾向。

〔 GCM20 による気候変動予測等 〕

- ・ IPCC5 に向けて GCM20（全球 20km メッシュモデル）を用い、気候変動による河川、高潮（波）、土砂、風等による災害への影響評価を行っている。
- ・ 役割分担は、気象研究所で気象予測と精度評価、京大防災研が予測結果の評価および日本域への影響評価、世界の水害脆弱地域への影響評価は、京大防災研と土研の ICHARM（アイチャーム）が共同で行っている。
- ・ GCM20 により台風を表現できるモデルで時間雨量等が出力できるようになり災害評価が可能となった（日雨量では河川のピーク流量が正確に算定できない）。GCM をさらに特定エリアについてダウンスケーリングしたものが RCM（領域気候モデル）。
- ・ 25 年間の出力しかない、モデルによりかなり答えが変わる等、将来予測になるほど不確実性が高いことを認識しておく必要がある。
- ・ GCM20 においても、気温、最大降水量（時間、7 日）、最大風速等の増加が予測されている。

〔 G C M 2 0 出力による主要河川への影響（ R C M は現在進行中）〕

- ・ G C M 出力 広域分布型流出予測モデル（ダム運用、大気モデルによる蒸発散）  
流量出力（評価）
- ・ 石狩川では、気候変化により、冬季の融雪量の増加（春季の融雪出水の減少）の影響が大きくなると予測されている。降雪量自体は減らない。
- ・ 最上川の世紀末気候予測では、降雪量が減り、また春季の融雪出水が減少し、冬季の出水に移行すると予測されている。
- ・ 利根川の近未来、将来予測による流況では、ダムにより調整しても需要量を満足できない期間が増加する。
- ・ 木曾川の河川流量は、近未来で一旦増加し、世紀末で減少する。その原因の考察はまだ十分ではない。流域内の平面的な差についても示しているが狭い範囲なので余り語るべきではない。
- ・ 淀川は、気温は確実に上昇すると考えられる。降水量などについては、今後国交省のモニタリング結果等と整合を確認していく。また、琵琶湖の貯留量については渇水年、豊水年とも大きく低下すると予測されている。
- ・ 吉野川流域（世紀末）は、気温、蒸発散量とも上昇し、降水量は変化が少ない。月最大流量は1～9月にかけて最大30%増加、月最小流量は5～6月を除き最大20%減少し、洪水、渇水リスクとも高くなるだろう。
- ・ 全国分布型流出モデル（1kmメッシュ）によると、四国の河川の年最大流量は、近未来で現在比1.3倍程度、世紀末では少し減少する。台風領域や梅雨前線位置の変化による影響というのが大枠のイメージ。
- ・ 同じく年最大日降水量は、近未来で現在比最大1.6倍程度、世紀末ではやや小さくなる。
- ・ 吉野川流域の100年確率年最大流量は、約7,000m<sup>3</sup>/s（現在）、約13,000m<sup>3</sup>/s（近未来）、約9,500m<sup>3</sup>/s（世紀末）。流域平均日降水量は、約250～260mm（現在）、約420mm（近未来）、約360mm（世紀末）。
- ・ 四国エリアの年最大連続無降雨日数は、近未来で現在比1.1～1.2倍程度、世紀末には1.3～1.4倍程度になる。渇水流量も四国を含めて広い範囲で減少する。洪水よりも渇水のほうが影響が大きいというのが我々の認識。

〔台風について〕

- ・ 海面水温の高いエリアが北東方向へ移動するので発生域がシフトする。
- ・ 三大湾への台風の来襲確率は低下するが、極端に中心気圧の低い（<920hpa）台風の発生が予測されている。
- ・ R C M（5km, 2km, 1km）では台風のシミュレートも可能であり、中心気圧866hpaのスーパー台風（最大風速110m/s：総雨量は東北で500～800mm）も計算されている（まだチェックが必要）。
- ・ 気候変動対応策としては、確率評価だけではなく、シナリオベースの評価も極めて大切である。

〔最後に〕

- ・ 四国は台湾南部と降雨特性が類似している。

台湾では平成 21 年 8 月に台風 8 号による大災害が発生

- ・ 河川の流水管理には、予測情報を有効に活用する進め方が大事。たまたま大湯水のあとに大洪水が来た平成 17 年のようなことが、予測の上でできないか。

### 新任委員の紹介（事務局）

- ・ 平井委員（（社）共同通信社高松支局長）

## 【 についての質疑応答】

井原会長：

- ・ 中北先生本当にありがとうございました。
- ・ プロジェクト全体の代表である中北先生にいろいろお話を伺えたらありがたい。時間に限りがあるので何でも構わないので簡単に話をして、相互理解を深めることが大事だと思う。
- ・ 気候変動を予測するプロジェクトにあえて革新プログラムと名付けた意図は？

中北教授：

- ・ 後で参加した立場なので意図まではよく分からないが、基本的に文科省のプロジェクトで、環境省等とタイアップし、日本の気候変動予測が世界のトップでいこうという流れのプロジェクトになっている。
- ・ 以前は共生プロジェクトという名前だったが革新に変わった。

井原会長：

- ・ 1 番気になったのは、モデルをどう理解したらいいのかということ。全球モデル（GCM：グローバル）と領域気候モデル（RCM：リージョナル）この空間スケールはどう分けていくのか。
- ・ 計算モデルについて、モデルそのものの見方、考え方や、信頼できる期間等、ポイントをもう少し分かりやすく整理して説明していただくと有り難い。プロセスを知らずに結果だけで議論するのは一人歩きしてしまうので注意が要る。

三井委員：

- ・ 私が、主要な湾の高潮、波浪対策の検討を行った際には、河口（海）は最悪経路台風、河川は 100 年確率等という条件で行っており、その不整合が議論になったことがある。
- ・ 河川の洪水規模や降雨パターン（二山降雨等）、および高潮や高波の規模、またそれらの重複等についてはどのような考え方が。最悪の場合を考えているのか。

中北教授：

- ・ 複合災害という意味で回答すると、高潮、高波と河川の最大は気象的な特性もあるが過去のデータを見ても淀川だと重ならない。
- ・ 領域気候モデルは、同時に高潮、高波、洪水の計算もできるので複合災害の想定

にも使用できる。

**三井委員：**

- ・吉野川等の河川では、高潮、高波、洪水が重なる可能性は十分にある。津波は重ねる必要は無い。
- ・そのような最悪の場合の考え方（検討条件）や整合性が大切である。

**事務局（足立整備局長）：**

- ・（降雨パターンについて）基本高水の設定には、過去のパターンから多様な雨のパターンを抜き出して二山などに適応している。
- ・最近では実績降雨だけではなく確率時間雨量から降雨のパターンをつくり検証するやり方もある。

**事務局（高野河川部長）：**

- ・高潮の場合、台風ルートは確率評価に馴染まない現象であるため、基本的に実績で大きかった台風パターンを用いているのが3大湾の状況。
- ・例えば、伊勢湾台風級が主要都市の西側を通った場合等の危険なパターンを想定し、適応させている。

**井原会長：**

- ・苦労されて大変な計算がされており、キャパシティがどれだけ大きいがよく分かるが、説明の言葉に共通の理解ができていない。おもしろい内容があるので専門的な言葉は避けて分かりやすく説明して頂きたいと思う。

**望月委員：**

- ・私の立場と先生の立場に違いがあるということをもっと申し上げてから、質問させていただきたい。
- ・根本的に100年も気象上昇が続くという現象が本当にあり得るのか。
- ・気象上昇の根拠とその検証はどのようにされているのか
- ・気象上昇により、何故降雨量の変動が引き起こされるのか。
- ・（ここ100年の気象データを根拠とする限り、）気象が上昇することが前提になるのではないのか。

**中北教授：**

- ・気象上昇がCO<sub>2</sub>の影響といっている最大の論拠は、CO<sub>2</sub>を増やす場合と増やさない場合で気象、気候モデルを計算したときに有意な差が出るから。
- ・CO<sub>2</sub>の増加を入れない形では今の気温上昇を説明できないが、CO<sub>2</sub>増加を入れる形だと観測値としての上昇傾向が出てくる。

**望月委員：**

- ・私は地盤専門だが、もともと地層は100万年単位で考えると、十何サイクルも（気温の変動を）繰り返している。水位も大体10mオーダーで変動している。そのときにそういう現象（CO<sub>2</sub>問題）があったのか、なかったのか疑問。
- ・江戸時代から現在において温暖化が進んでいるが、火星の寒冷化も始まっている。現在、地球全体の気温が上昇しているということは当然ながら認識している。降雨の変動も大きい。この気温の上昇は、何が大きな影響を持っているのか（何が根本原因なのか、あるいはどう説明されるのか、の意）。

- ・予測というのは、10年くらいだと納得できるが、100年も後のことを言われてもオーバーフローしてしまう。

中北教授：

- ・降水量が増加する理由は、簡単に言うと、気温が上昇すると、大気中に含まれる水蒸気量が増えるということ。
- ・もう1つは、大気の下層のほうが温まりやすいと、大気の軽いものが下に多くいき重いものが上になることになるのでひっくり返りやすくなる。雲が増えるから集中豪雨がふえるとは必ずしも限らないが、ひっくり返りやすくなるのでしゅう雨性の雨がふえる。同じ量を凝結して雨としてふえるならしゅう雨性は局所的に降るので降らない場所が増える。大枠ではそのような理解でいいと思う。

望月委員：

- ・全体が温まっているという概念になるのか。 はい

望月委員：

- ・放射平衡の問題で(地球全体の)最高の安定温度は35 以上にならないと言われているが、それ以上にも上がっていくということになるのか。

中北教授：

- ・35 よりは上がらないと思う。また、CO2による温暖化は、宇宙との放射平衡すなわち釣り合いを壊すものではなく、赤外線の見ると大気がくもるだけで、その結果下層は暖まり、鉛直平均的にみてどの高度から赤外線が出ているとみなせるかという高度が上がるだけであり、宇宙に返す全放射量には変化はない。

望月委員：

- ・解釈として、全体的に上がるので、どこの箇所においても豪雨と渇水のように変動幅が大きくなる可能性を持っているということでもいいのか。
- ・日本のほうが降水量が増えると言ったが地球全体でも増えるのか。

中北教授：

- ・雲になる量が増えるから地球全体で増えるというのが大枠の話。
- ・日本でどうかというと、海面水温が高くなり、また海面水温の位置も台風の発生する場所と関連して移動する。それがなぜかというともまた議論が引き続いていくので、大枠の意味ではそういうことになる。
- ・私は気象学者ではないのでバックグラウンドで勉強している範囲でお答えした。

井原会長：

- ・モデルそのものの有効範囲と限界を共有できることが必要。
- ・モデルとは何かという基本問題がある。モデルとは実態を見ても分からないから操作可能な形で作られるフィクションであり、それをを用いて再現性や慎重な判断をしていると思うので、科学的な認識を共有する第1歩と考える。

七戸委員：

- ・今までの日本の河川整備の基本方針は確率ベースで行われていたが、これをシナリオベースに変えるということはトレンドになるのか。
- ・なるとすれば吉野川に限らず全ての水系に関して確率ベースで立っている河川整備計画も変更が近いうちに起こるのか。

中北教授：

- ・計画論としてどう変更されるかというのは、まだこれからの話だと思う。
- ・適応を考えるとときの最近の総合防災的な共通の考え方として、確率ベースではなくて超えたときにどうするのかという話がある。(リスクマネージメント)
- ・行政は、これは起こって欲しくないところをリストアップして被害がどうなるのかということを見ておかないといけない。
- ・リスクマネージメントの1つとして、確率モデルではなく物理モデルを1つ中にいれておくのはいいのではないか。

鈴木委員：

- ・難しい研究の非常におもしろい話を聞かせていただいて勉強になった。
- ・50年後、100年後の結果を我々が信用するかどうかには2つのポイントがあると思う。1つは気象研究所が出しているGCM、RCMの出力。これは先生の研究範囲ではなくて出たデータを正しいものとしてやっているのか。

中北教授：

- ・現気候の再現値をこれ以前の観測情報と比較して正しいかどうかのチェックをしながら、出てきた値がおかしいものは気象研究所にフィードバックしている。
- ・地球全体を解いている人はまんべんなくは見られないので、日本のGCMとしてここは合ってもらわないと困るところをフィードバックしながら進めている。

鈴木委員：

- ・もう1点。GCMのモデルの検証は過去のデータを用いて検証するのか。
- ・過去の実際の事例に対してどの程度精度がよかったか検証はしているのか。

中北教授：

- ・現気候の再現値をこれ以前の観測情報と比較して正しいかどうかチェックしている。精度の検証は気象研究所でもやってもらっている。
- ・加えて、将来については、アンサンブル計算をして確率評価をして、幅が大きいと不確実性が高いという判断をする。同時に1つのモデルだけではなく海外のモデル情報とのばらつきも正確さの評価に使う。

鈴木委員：

- ・その2点が正しいとして結果を理解させていただく。
- ・太陽黒点の周期(10年、11年周期)によってかなり影響があると言われている。CO<sub>2</sub>と共に太陽活動による変化があると言う人もいる。今、太陽黒点が非常に減っているが影響は将来考えられるのか。

中北教授：

- ・(私の答えられる範囲は超えているが)太陽定数と呼ばれる基本量に関して、感度分析をしても、今の最良モデルでも現在までの昇温は再現できないので太陽黒点の影響はなく、CO<sub>2</sub>の影響だろうという言い方をしている。しかしもちろん、太陽黒点の変動による10年、11年周期の変化は気候モデルの出力にも、降雨量などの観測値にも現れている。将来変化は、このフェーズも考慮して評価を行なっている。

井原会長：

- ・今後の気候変動の評価と適応策を考える際のポイントというのは非常によくできている。いろいろなことがあってもどこまで言えるのかなど、非常にはっきりしている感じがした。

池田委員：

- ・今まで四国だけの水問題を考えていたが、一気に地球規模、宇宙規模の広がりの中で四国の水問題とは何かということを考えさせられるきっかけになった。
- ・起こっては欲しくないことの予測の正確性が四国の中でも必要と感じた。

三木委員：

- ・今後 30 年の気象変動予測の方向と過去 30 年の気象変化の実績が、整合性のとれたものになっているのかお聞きしたい。
- ・私の感覚では、室戸台風や伊勢湾台風の当時と比べ、台風の規模はむしろ小さくなっている気がするが？

中北教授：

- ・災害評価に入ってまだ 2、3 年目で、我々の動きの中ではモデルの出力の理解や利用のところが優先で、トレンドが繋がっているかは調べていない。
- ・高々 25 年の計算で、50 年でも起きていないものが出るのか疑問を持っているからシナリオベースは大事だと思っている。
- ・国土交通省が本年度に全国多数の河川流域の観測データを用いて調べられた結果も勉強させてもらい、逆に穴埋めしたい。

藤田委員：

- ・情報の取り扱いを慎重にされることは非常に正しいと思った。
- ・最終的に政策的な問題になったときに、センセーショナルな議論になり無駄な時間やエネルギーが使われることがいちばん怖い。
- ・こういう前提の中でここまで言えるというものを出示していただけるとありがたいし、我々もそれを理解してうまく使っていくのが大事だと思う。

平井委員：

- ・ここまで予測できるのかと非常に感心した。
- ・このシミュレーションにはどのくらい人間の営み（森林の手入れ、川の護岸の状況等）が織り込まれているのか。
- ・近未来と世紀末で日本全体の傾向が若干違うが、現時点では解釈がつかないとのことだが仮説などがあればお聞かせいただきたい。

中北教授：

- ・局所的に日本だけが山を大事にした場合は影響がほとんど無いので考慮する必要は無いと思う。別のグループでは、森林の生態的な変化、人の営みの変化をモデル化しようとしている。ただし、30 年まではプレディクション、そこから先はプロジェクションという推定の意味がかなり入っていて区別して用いている。
- ・残念ながら、ほかのモデルと見比べないと異常な理由、よかった理由が分からないというところがある。近未来はより正確なところはあり得るかもしれない。

井原会長：

- ・自然を対象にしたモデルアプローチは凄いと思うし、それをずっと比較しながら集約してここまでは大体同じような理解があるということを一検証されて有意な知見を導出されていることに敬意を表したい。
- ・我々が四国住民として水問題にどう寄与しているのかということをも細分化して人と水の関わりを考えていく必要がある。
- ・今回は予見の変化として我々は明確に理解しようとしなければならない。分かりやすく説明してもらうことも必要だが我々の方からも質問をしていかないといけない。
- ・そもそもモデルとは何か。モデルの目的や共有化の状況、危ないというのはなぜか、そういうことについても、さらに分かりやすく説明して頂けたら有り難いと感じた。

## 第 12 回四国水問題研究会からの経過報告（事務局）

〔第 12 回四国水問題研究会議事概要〕

- ・第 12 回四国水問題研究会議事概要（資料 - 2）は、事前に各先生方に見ていただいているので説明は割愛。

## 取組状況について（事務局）

〔四国における気候変動に関する検討状況〕

今年度実施した気候変動レポートについて、吉野川を例にいくつか特徴的な結果を紹介した。

- ・四国においても、洪水予測の高度化に関し、分布型の流出モデルやリアルタイムシミュレーション等に取り組んでおり、今回は気候変動レポートについてご紹介する。
- ・地球温暖化に伴い、大雨や渇水等の極端現象の増加が懸念されている。こういう極端現象は、めったに発生しないということで変動が大きく捉えるのが難しく、かつ数値計算も限界があるため、丁寧な観測を継続的に行い、データを分析していくことが重要であり、観測結果についてモニタリングレポートということで取りまとめ、適応策の検討に活かしていくことがレポート作成の目的である。

〔気温〕

- ・徳島と池田と本山の 3 地点とも年平均気温が上昇している傾向が見てとれる。
- ・真夏日、真冬日とも増加傾向にある

〔降水量〕

- ・年最大 24 時間雨量は、変動傾向が十分把握できないが、変動幅は大きくなる傾向が若干見て取れる。
- ・日降水量 100mm、200mm 以上の平均出現日数は、増加傾向にある。
- ・年最長無降雨日数は明確な変化が見られない。

〔潮位〕

- ・潮位（小松島）変動は、1986年までは減少傾向、1986年以降は上昇傾向。

〔湯水の影響に関するアンケートについて〕

- ・同じようなアンケートを昨年報告した（インターネットモニターアンケート）が、香川県が水の安定共有への経済的負担に対して最も消極的という結果であったり、サンプルが適切ではなかったのではないかとといったような意見があり再調査している。
- ・前回の有効回答数 70（国土交通行政に関心が高いと考えられる方）に対し今回は 2,300（無作為）。回答範囲はほぼ四国全域にわたっている。
- ・〔平成 21 年湯水時の取水制限による生活への影響〕10 人に 1 人ぐらいが困ったと回答（四国全体）し、実際夜間断水等もあった愛媛県では 5 人に 1 人ぐらいの方が困ったと答えている。
- ・〔湯水の頻度が最近多くなっているという実感〕香川県では 90%程度があると答え突出して高い。〔原因は何か〕圧倒的に地球温暖化と答えている方が多い。生活様式の変化による水利用の増加と答えた方もおり、認識はあるものの、取り組みは、特に何もしていないという方が最も多い。
- ・〔湯水情報の入手〕新聞、テレビからの情報が主になっている。〔情報は十分だったか〕瀬戸内側の香川、愛媛では十分だったという意見が多い。湯水の影響が大きいということとリンクしている。
- ・〔節水の意識〕香川、愛媛が少し割合が高くなっている。
- ・〔節水に関してどのような制度・取組があると効果的か〕井戸掘り、雨水タンク等への補助制度の充実や子供等への教育の充実が効果的だと考えた方が多い。
- ・〔施策・対策〕四国全体では、ため池やダムを整備や、海水の淡水化について、半数以上の方が積極的に進めるべきと答えているが、一方で進める必要はないと答える方が多くなっている。雨水活用施設や水の再利用率向上、柔軟な水融通に対しては、7割以上の方が積極的に進めるという回答をしている。
- ・〔湯水調整への疑問〕水をためるところをもっと整備しないのか、取水制限はもっと早めに実施できないのか、という意見が多い。
- ・〔水の安定供給を図るために経済的な負担〕半数以上の方が負担をやむを得ないと答えており、特に香川県の率が高く、昨年の結果とは少し違う結果が得られている。

〔各県の 1 人 1 日当たり上水道使用量について〕

- ・第 12 回の研究会の中でご紹介したが、データの精度等、幾つか指摘をいただいている。
- ・従前のグラフは 1 人 1 日あたりの上水道の使用量ということで、年間の有効水量を単純に人口と日にちで割っており、徳島県、高知県、香川県が全国平均を上回っていた。
- ・有効水量は、有収水量と無効水量の合算であり、かつ有収水量には用途別の給水契約と口径別契約という 2 つの契約がある。用途別契約の家庭用と、口径別契約

の13～20mmの合算を、推計家庭用水量と定義し、再計算した。

- ・それによると、愛媛県と香川県はほぼ全国平均に近くなり、他の2県はそれを上回っている。
- ・以上は、再計算をしたというだけで、ご指摘いただいた、産業構造や地下水の利用等、全体の分析には至っていないが、当初お示ししたものと少し形が違ってきているので途中経過としてご報告させていただいた。引き続き内容について分析していきたい。

〔四国水問題研究会中間とりまとめ冊子の紹介〕

- ・冊子の使い方に関しては、全体をまとめた（網羅されている）ものであるため、使い方が非常に難しいが、皆さま方とご相談しながら使っていきたい。またさらに（情報共有化のために）必要なものに関しては、工夫をしながら分かり易いものを提供していきたい。

## 閉会

井原会長：

- ・水使用量について、何か方向付けがあれば後で遠慮なく言っていただきたい。
- ・この研究会で出された意見を踏まえながら、事務局のほうで重要だと思われることをフォローアップしてもらっているので、一方的にならないように、相互理解を深めるようにしていきたい。
- ・中北先生には、貴重な時間を費やされて、わざわざお越し下さり、貴重なお話を承ることができて、有り難うございました。これを機会に、今後ともご指導、ご教示を頂きたい。

事務局（小池企画部長）：

- ・長時間に亘りありがとうございました。
- ・この後引き続き意見交換の場を設けてあるので移動に関しては事務局から案内する。

以 上