

[特別講演]

地球温暖化の日本への影響 —研究の最近の動向—

鷲田 伸 明

(環境省競争的資金プログラムディレクター)



鷲田と申します。この研究会の第1回が開かれたのが昭和49年とただ今お聞きしましたが、私は大学を出た後、1年間、助手をしまして、それから2年半ほどドイツのボン大学、それからさらに、2年弱、アメリカのロサンゼルスUCLAにいました。UCLAにいた時、昭和49年に筑波に国立公害研究所(現、独立行政法人国立環境研究所)が新設されるので戻って来ないかということで、ロサンゼルスから筑波に移って、当時の国立公害研究所に入りました。私は元々、大気、特に光化学の専門だったのですが、大気環境部に所属しまして、その後、25年近く国立環境研究所にお世話になりました。

大気環境部長とか、平成に入ってから地球環境研究グループの統括研究官などをしまして、いわゆる公害問題から地球環境問題に移行する、日本の環境研究の歴史みたいなものを経験することができたわけです。

さて、本日は「地球温暖化の日本への影響 研究の最近の動向」というタイトルでお話をするわけですが、新聞などでご存知のように2007年のIPCCが発表したところによりますと、最近100年で世界の気温は0.74度上昇してしまった。そして、今後100年で1.1~6.4度ぐらい上昇する可能性が高い、すなわち、地球は温暖化に向かうだろうという、結論を出しました。それらを受けて、今日は「地球温暖化の日本への影響」というタイトルでお話しいたします。

私は環境省の競争的資金プログラムディレクターをやっているのですが、環境省の競争的資金は4種ございます。その4つのプログラムディレ

クターを私がやっているわけです。本日はご紹介する地球環境研究総合推進費は、基礎研究と政策研究に近いIPCCなどに寄与するような研究を主にを行っています。その他の3つは廃棄物関係の廃棄物科学研究費補助金(21年度より、循環型社会形成推進科学研究費補助金に改名予定)、温暖化の対策技術関係の地球温暖化対策技術開発事業、その他の環境技術に関する環境技術開発等推進費(21年度より、環境研究・技術開発推進費に改名

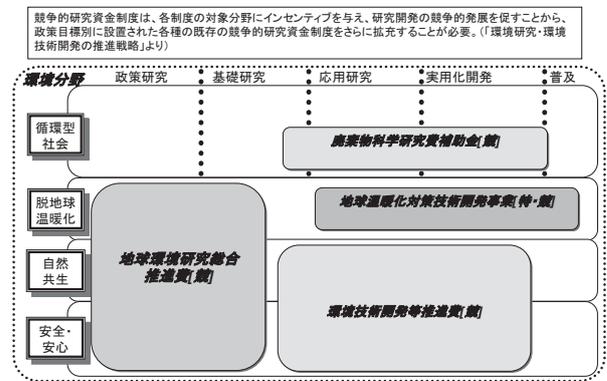


図1 環境省の競争的研究資金の位置付け

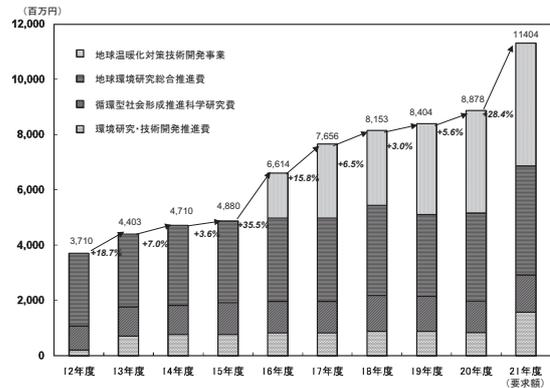


図2 競争的研究資金の推移

予定)です(図1, 2)。

本日、お話す地球環境研究総合推進費は地球環境問題を扱っています。かつては地球環境問題といえばオゾン層問題という時代がありまして、この研究費でもオゾン層に対する研究が非常に多かったのですが、現在は全体の約半分が温暖化に関する研究となっています。本日お話すのはその地球推進費の戦略的研究というトップダウン型の研究で行われた、研究の成果をご紹介します。ですから、私自身がやった研究ではございません。現在はこのような研究が、環境省の競争的資金の中の一部としてやられているのだというご紹介であります(図3, 4)。

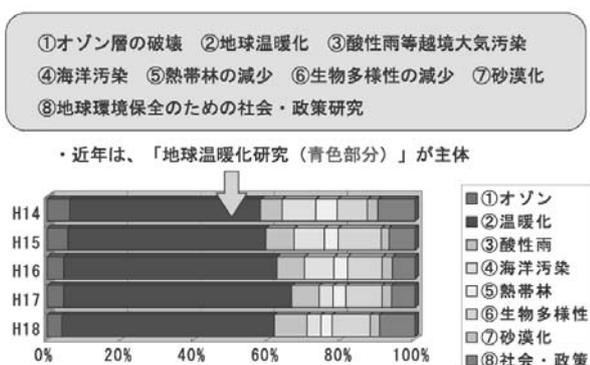


図3 研究費における各研究分野の割合(%)

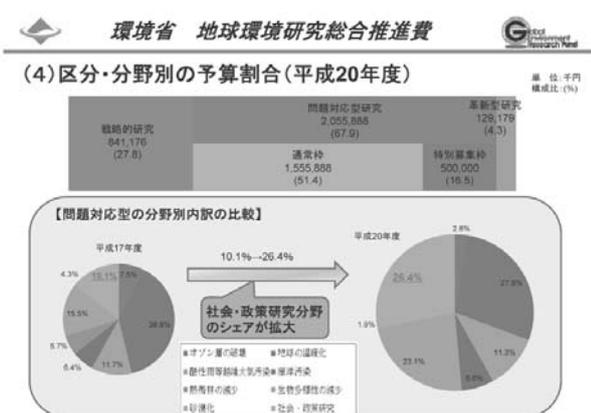


図4

地球環境研究総合推進費におけるトップダウン型の戦略的研究では、主に温暖化にフォーカスされているのですが、図のようにS1からS2, S3, S4, S5と進んできています。S1, S2はすでに終了して、S3がもうそろそろ終了します。今日、お話すのはS4で温暖化の影響評価の研究分野です。平成17年度から5年間続く予定で、現在は

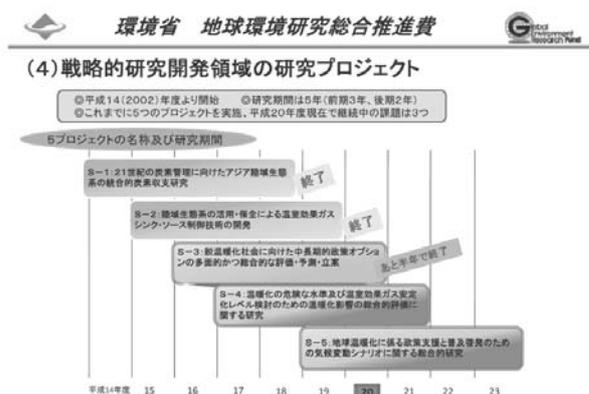


図5

環境省 地球環境研究総合推進費
戦略的研究開発プロジェクト

S-4 温暖化の危険な水準及び
温室効果ガス安定化レベル検討のための
温暖化影響の総合的評価に関する研究

-温暖化影響総合予測プロジェクト-

プロジェクトリーダー：茨城大学 三村信男
茨城大学、(独)国立環境研究所、東北大学、
(独)農業・食品産業技術総合研究機構農工学研究所、
東京大学、国土技術政策総合研究所、筑波大学、
国立感染症研究所、(独)農業環境技術研究所、
(独)国際農林水産業研究センター、
(独)森林総合研究所、九州大学、名城大学、
(株)三菱総合研究所

図6

終わりに近づきつつあります(図5)。

S4は大体、14研究機関、延べ50人ぐらい研究者が参加してやっている研究でございます。プロジェクトリーダーは茨城大学の三村先生でございます、いわゆる水資源に関わる森林、農業、沿岸、災害、そして健康、これらの問題について、温暖化の影響がどれだけ定量化できるかという事を研究テーマにしているものです(図6)。

研究の進め方がどんなふうになっているかと言いますと、各分野に対してリスクはどのぐらい進んでいるかという、全国的な日本全体のリスクマップを作ります。一方で、影響が温度上昇に対して、どのような影響がどういう格好のカーブになって現れるかという、温暖化影響関数というものを開発しようとしています。それらを組み合わせた総合モデルとして、たとえば温室効果ガスが増えてきた時、あるいは抑制した時にそれらがどう最終的に反映されるか、排出が変わった時に、実際の濃度はどうなって、気温変化がどういう風

に現れるか、最終的な影響はどうかという総合評価をするということでございます。そして最終的には、緩和策と適応策を、どういうふうに考えるかという問題になるわけです。

シナリオですが、基本的にはIPCCの2007年第4次報告を一つの材料にしております。大型のスーパーコンピュータを使った、高解像度の大気海洋結合気候モデルというものを2つ使っております。1つは東京大学の気候システムセンター、国立環境研究所、それから地球環境フロンティア研究センターのこの3者が共同で開発してきましたMIROCというモデルであります。もう一つは気象庁のモデルです。これらのモデルから、日本及び世界の今後の平均温度の上昇と、降雨量がどのように今後変化していくかという予測が立てられます。日本は島国でありますから、世界の平均よりもだいぶ降雨量が増えています。

そこで、こういうモデルが、どのくらい信頼できるかですが、大気海洋結合気候モデルは、大気と海洋の変化を支配している物理法則を方程式に入れて、全体の方程式を解いていくやり方です。また、いろいろな実測値も時々、入りますから、半経験的にも表現でき、近年は非常に進歩してきて、かなり信頼度が上がっているのです。例えば、どう地表の温度が上がっているかという事が表現されているわけです。一方、降雨量の変化は、砂漠化する場所とか、雨がより降りやすい場所とかがかなり精度良く、表現されています。かつては、現状の気候が再現されないようないろいろな問題がございましたが、最近では割合、実測にあった形で再現できるようになっています。これが基本で、気候の変化予測がかなり信頼できるということが出発点になっているわけです。

まず、水資源への影響ですが、これは東北大学のグループが担当していて、いわゆる豪雨の頻度と強度が増加して、洪水の被害がどう拡大して、災害がどう起こるのかという事を調べるためのモデル化です。ここに出てくる言葉としては30年に1回の豪雨とか、50年に1回の豪雨とかですが、このように豪雨がどのように変化していくかという問題です。30年に1回の豪雨は2000年時ではど

のくらいのサイズであったかといいますと、1日に300ミリぐらい降るようなスケールで、50年に1回は350ミリ、100年に1回だと400ミリに近いような豪雨を指しています。それが今後、もっと大きく、雨量がもっと増えていく事を意味しています。また、30年に1回の豪雨と50年に1回の豪雨との差が、どういう風に日本全体で現れるかということ、引き算の表現で示しています。つまり2030年という、30年に1回と50年に1回の豪雨の雨量の差を平均すると30ミリぐらいの差かもしれませんが、日本全国で地図上で表現すると減る所と増える所と色々あって、非常にその差は大きい、つまり豪雨が非常に多い所、豪雨の時に非常に強く降る所が、どういう地方に出るかというようなことを示してございます。

こういう何十年に1回などという豪雨は全体としては、温暖化と共に増加するわけで、これは水資源に対する大きな影響となると同時に、災害にも繋がるわけです。この研究では、100年に1回の豪雨が50年に1回と同じ数に増加した場合、日本にどのぐらいの被害額が生じるかを試算し、だいたい1兆円ぐらいであるという結論が出ています。

森林への影響は、気候データと植生分布から統計モデルを作ります。気候データはこの場合、対象は植物でありますから、暖かさがどのくらいであるのかとか、もっとも寒い時期の最低温度はどうであるのかとか、夏季と冬季の雨量はどうかとか、それらが重要な気象データの要素になり、それに植生分布を組み合わせて、見積もりを行います。この研究は(独)森林総合研究所のグループが担当しています。

例えばブナの場合、生息する適域が気温と降水量に依存しているわけです。現在を100%として、例えば気温が2度上がって降水量が変わらなるとすると、ブナの適域は40%ぐらいに減少してしまうとのことです。その代わりに、気温が2度上がっても降水量が40%増えたら、適域は現在の60%に留まるわけです。同じ2度上がって、降水量が逆に40%減少すると、適域が20%以下になってしまいます。そういうことを意味する適域のマップを作るのです。ブナは気温が変わらなくても降水量

が下がると減少し、気温が上がって降水量がもっと下がれば、なくなってしまう。けれど気温がそのまま降水量が増えればブナは繁殖し、気温が上がって降水量が上がってもだいたいわかるわけです。こういう事を実際に、日本のブナの林に適応して、予測分布を出します。

ただし、よく言われますが、ブナがなくなってしまうのではなく、ブナが生息する適域が減少するという事です。ブナは200~300年ぐらい寿命があるそうで、そう簡単にブナが消えてしまうのではないですけど、だんだん衰えたあとブナが再生しなくなって、ナラだとか小ナラだとかそんなものが生えてくるという事で、ブナの生育に適した場所が減ってくるという事でもあります。また、その分、北海道とかに適域が増えるのですが、問題は、温暖化の進行の方が、ブナの植物的な移動速度よりもはるかに早いので、おそらくブナがどんどん北海道に移っていくというような事にはならないのではないかと一般的に言われています。

また、マツの場合ですが、マツ枯れの原因となるマツノザイセンチュウという虫は寒い所で冬は越せないなので、今現在は北限が秋田あたりなのですが、当然、温度化するとどんどん北へ進み、5度上がれば北海道でも相当、マツ枯れが始まるであろう、という予測になるわけです。

森林の影響のまとめとしましては、まず、ブナの分布適域は、非常に激しく減少するという事です。それからマツ枯れの進行、またチシマザサという高山に生えている笹や、山地、湿原、ハイ松、シラベ、これらの一般的に高い山などに生えている植物が、大きな影響を受けるという事です。

それから、仮想市場評価法に基づいてブナ林の経済的価値を算出しています。これは、あなたがブナの森を守りたいとすれば、いくらまで払う意欲がありますかというアンケート調査に基づいて、現在のブナの経済価値を割り出していきやり方です。こういう事から算出した、ブナ林の経済的価値は5兆2千億円であったということです。

次に農業の影響です。これは気象環境と生育をモデル化して、全体の収量を出すというモデルを開発しています。この研究は、(独)農業環境技術研究所のグループが担当しております。

例えば2046年~2065年の平均収量では、北海道を中心に北の方では増収します。北海道ではだいたい26%、東北で13%増収です。しかしながら、近畿・四国付近で5%減収という結果になるそうで、2100年に向けてその傾向がより加速するということです。特に日本の場合、近畿のあたりは減収が目立ち、今回の気候シナリオでは、太平洋高気圧の影響が非常に強くて、高温による減収がこのあたりにどうしても出てしまうということです。また、減収の地域は豊作と凶作の変化、ばらつきが非常に大きくなっている、つまり収量が不安定化するという事がモデルから示されました。要するに、北海道や東北は良いけど、このままでは西日本はかなり減収があり、不安定さが増えるという事がわかっております。ただし、ここではいろんな適応策を入れていません。適応策が鍵になるわけで、例えば移植日をどう変更するかとか、品種改良をどう行うかとか、栽培技術とか施肥だとか害虫対策をどうするかとかで、この結果は全く変わってきます。

次に沿岸域への影響ですが、茨城大学の三村先生のグループがやられています。ここでは図に示しましたような、複合災害の概念を特に重視しています。水災害と、地盤災害の両方が複合してくるという事でもあります。例えば、温暖化すると、豪雨が増え、河川の氾濫が増えるだけでなく、地下水位が上昇し、いろんな影響が大きくなるといわれます。

海面がどのぐらい上昇すると、高潮が増大するのかということも予測しています。具体的には、浸水面積とか浸水人口がどういう関係にあるかを、モデル計算しています。海面上昇に対し、浸水面積と浸水人口は比例関係にあるという結果がでています。また、九州とか瀬戸内の湾内で高潮被害が起こりやすいという結果も得られています。また、東京湾、伊勢湾、大阪湾という3大湾の細かい見積もりも行われております。

この中で面白いなと思うのは、砂浜です。日本の砂浜の面積は北海道が多く、砂浜の年間利用者客数は湘南がある神奈川県で非常にたくさんお客さんが来ています。それらにより、レクリエーション価値というのが計算でき、交通費や砂浜に

訪れる人の数などに書いた、旅行費用法で計算しますと、レクリエーション価値は神奈川県が非常に高くなります。続いて、海面上昇によって、どれだけレクリエーション価値が消失するかという計算もされています。30cmの海面上昇によって、失われる砂浜の価値は1兆3千億円と計算されています

干潟のレクリエーション価値は仮想市場評価法が使われています。この方法は、例えば、ある干潟を保護したいですか、保護したいならば保護する為にいくらまで出せますか、そういう意志に基づいて、経済価値を見積もった計算の仕方です。全国では、海面上昇によって全国の干潟に影響が及ぶ仮定すると、最大5兆円ぐらいの経済損失があるという結論になっております。

最後になりますが、健康への影響です。端的に言って、温暖化が進んで健康への影響はと言うと、基本的には熱中症になります。

北海道の例を見ますと、日最高気温が22、23度ぐらいが一番人が死にません。これが沖縄になりますと30度ちょっと越したあたりに死亡率のミニマムがあります。この温度を至適温度というんだそうですが、いわゆる最高温度のだいたい8割ぐらいのところは1番死亡率の低い温度があるということになります。こういうものを全国で調べたりするわけです。気温上昇に伴って熱ストレスによる死亡確率が、変化の小さな県でも約2倍、大きな県では5倍以上に拡大するということです。健康影響は熱中症の他にも、大気汚染の影響、デング熱、マラリア、日本脳炎などもあります。ただ、マラリアに関しては、流行の可能性は低いということです。その理由は、マラリアはハマダラカという蚊が媒体するんですが、ハマダラカ自身は田園にある牛舎とか豚舎とか、そういう物の近くの湿地みたいな所で、繁殖するんだそうです。一方、外国から日本に入国するマラリア患者の数というのは、だいたい70~100人/年ぐらいで、もしハマダラカが例えば日本に来て、田舎の湿地帯みたいな田園の一部で繁殖したとしても、結局、マラリアに感染した患者がその田園の近くに行くと、その蚊に血を吸わせないといけないですね。そして、その患者から血を吸った蚊が更に別

の人の血を吸う。ここまでサイクルが行かないと、マラリアは流行しないそうで、それが起こるにはとにかく数が少なすぎて、多分、流行の可能性は低いと考えているそうです。

それから、温暖の影響化でよく出てくるのがオゾン濃度で、これはいわゆる光化学スモッグの話で、気温が上がるとオゾンの高い濃度が保たれる領域が広域化するという事です。いわゆるスモッグ被害が長野県とかにも広がっていくというのが温暖化の影響で、その結果によるオゾン暴露が、どういう風に健康被害をもたらすのかが、課題としてあります。

最初に温暖化影響関数というのを、このプロジェクトでは出したいという話をしましたが、それを用いた影響を評価の例としては、洪水氾濫の被害額は気温上昇が2度あたりまであまり変わりませんが、2度を越えたあたりで非常に大きく増加することになります。また、ブナ林に関しては、気温が1.5度上昇で30%減少になり、モデルは2種類、多少の違いはありますが、4度上がったらかなり適域が減ります。この研究をした人は、ここではあくまで「適域」にこだわって欲しいとっていました。これをプレス発表した時、新聞に、100年後は日本のブナは全滅して無くなると書かれてしまいました。ブナの寿命がありますから、必ずしもそれは正しくない。適域というものが減るんだというふうに表現して欲しいと強く言っていました。マツ枯れ、コメの収量、それから高潮浸水、モデルでこれらの事が温暖化影響として、いろいろな事が予測されているわけですが、実際はもっといろいろありますので、詳細は報告書をご覧ください。

このプロジェクトは残り1年数ヶ月あるのですが、今後、これらの影響に対する適応策が、どういうふうに考えられるかを検討しますが、環境省が競争的資金として実施している日本の温暖化影響の研究において、代表的な研究者が集まって出した結果が、どのようなものであるかをご紹介します。以上です。