

[別紙2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 Islam Md. Sirajul

淡水資源の確保と安定的な供給は、われわれの生命、生産活動を維持するうえで重要な要素の一つである。特に将来の気候変動に対して水資源システムは影響を受けやすいものと考えられており、世界の各地において気候変動に対する水資源システムの脆弱性が大きな関心事となっている。気候変動の下での水資源システムの脆弱性や安定性を評価するためには、将来の水資源の存在量を定量的に評価するとともに将来の水需要量の評価も必要となってくる。しかし、地域のスケールで気候変動が水資源の存在量および水需要量の両方に与える影響を考慮に入れて水資源システムの安定性の評価を行っている研究例はほとんどない。

本論文はこのような背景の元に行われたもので、「Integrated Assessment of Water Availability under Climatic Changes along the Tone River and Tokyo Metropolitan Area (利根川流域および首都圏を対象とした気候変動が水利用に与える影響の統合評価)」と題し、以下の8章からなる。

第1章は序論であり、研究の背景を示した上で、気候変動下での水資源システムのアセスメントにおいて統合的な視点の必要性を示すと共に、研究の焦点を示している。

第2章は既往の研究についてのレビューである。この章では、気候変動やその水資源への影響、その評価手法など、本研究で取り上げる項目に絞って既往の研究成果をレビューするとともに、本論文における研究手法のフレームワークを提示している。

第3章は対象地域の説明と統計データを用いた過去のトレンド分析の結果を述べた章である。本論文で対象としている利根川水系について説明するとともに、土地利用や気温、降水量、河川流量について変化の傾向について示している。土地利用には大きな変化はないものの気温や降水量は若干増加する傾向が見られるとともに、年降水量や年間平均河川流量の分散も増大する傾向が見られた。また、降水量の変化に対応して河川流量も大きく変化する傾向が見られ、この地域において、気候変動に伴う気温や降水量の変化が河川流量に大きな影響を及ぼす可能性が示唆されている。

第4章は統合的な評価を行うために構築したモデルに関する説明である。自然の水循環のサイクルのうち蒸発散、流出、積雪や融雪に関するモデルについて、これまでのレビューをふまえて、Generalized Watershed Loading Functions (GWLF)モデルに US Soil Conservation Service Curve Number(CN) method を取り入れたモデルを構築し、その概要を説明している。特に蒸発散では、流域の10%以上を占める水田における蒸発散を正確に評価するために、FAOのCROPWATモデルを組み合わせて、灌漑水需要や蒸発散量を算出している。さらに流域内にあるダム群についてもその運用方法をモデル化している。

第5章は構築したモデルを利根川水系の現状に対して適用した結果を示している。ここでは対象水域を流域の特性から15の小流域に分割して、第4章で構築したモデルからダム群の影響を省いたモデルを適用している。検証用の現状値についても、実際の運用データからダム群の影響がなくなるように修正したものを用いている。1984年から91年の降水量と気温を用いて

対象地域の最下流点である栗橋地点の河川流量のシミュレーションを行った結果、モデルはどの年においても現状値とよく整合する結果が得られている。

第6章ではいくつかの気候変動のシナリオの下で栗橋地点の河川流量がどのように変化するか解析を行っている。気候変動のシナリオとしては、現状から気温が1、2、3度上昇、降水量が-10%、0%、+10%変化、という固定的なシナリオを与えたもの、General Circulation Model (GCM)の結果を地域気象モデルを用いてダウンスケールしたもの、4つのGCMの結果を統計的な関係を用いてダウンスケールしたもの、の3種類を用いて評価を行っている。ここで、GCMをベースとした後者2つについては月単位での出力しか得られていないため、マルコフ連鎖や確率分布を仮定して時間的なダウンスケールを行い、日単位の降水量を算出している。固定的なシナリオを与えた結果では、気温が上がるとともに冬季の流量は微増する一方で夏季は微減し、4～5月にかけては大きく流量が減少する傾向が示された。GCMをベースとしたシナリオでは、この流域においては年間を通して降水量は増加していたが、夏季や冬季は流量が増加するものの4～5月にかけて流量が大きく減少する傾向が示された。これらの結果から、温暖化による蒸発散量の増加と融雪のタイミングの早期化が、水田灌漑の始まる時期である4～5月の水需給に大きな影響を与える可能性が示唆された。

第7章では栗橋地点の流量に対してリスク評価を行っている。6章の結果にダム群による運用を考慮したモデルを組み込んで栗橋地点の流量をシミュレートし、Risk、Reliability、Resiliency、Vulnerabilityの4指標を用いて評価を行っている。ダム群の運用をシミュレートする場合に栗橋地点の目標流量が必要となるが、目標流量のうち下流部の農業用水として必要とされる分についてはCROPWATモデルを用いて気温の変化に応じて必要量が変化するように設定している。また生活用水として必要とされる分についても、東京都水道局の時系列での一人あたり給水量の変動状況を解析し、そこから平均気温と給水量の関係を算出して、生活用水の必要量が気温に応じて変化するように設定している。その結果として、GCMをベースとした気候変動シナリオでは一部を除いて全てのリスク指標とも現状より改善される結果が示されている。

さらに、現状と気候変動シナリオの降水量について、過去の分布を用いてモンテカルロシミュレーションにより100年分の降水時系列を作成し、各季節におけるリスクの評価を行っている。その結果、第6章と同様にGCMをベースとした気候変動シナリオでも4～5月においてReliabilityが大きく悪化しVulnerabilityが増加することが示され、この季節において重大な影響が起り得る可能性があることが示されている。

第8章は結論である。

本研究の独創的な点は、気候変動下での供給サイド、需要サイド、さらにはダムの運用まで考慮に入れて統合的に水資源アセスメントを行ったと言う点、本来水文事象が不確定性を持つことを考慮しリスクという形で評価を行っている点、さらには降水量が増加した場合でも季節によっては水資源の安定性は減少する可能性があることを定量的に示している点、であると言えよう。

以上、気候変動下での統合的な水資源アセスメントに焦点を当てた本研究において得られた成果には大きなものがある。本論文は環境工学の発展に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。

「審査の結果の要旨」の概要

1. 課程・論文博士の別 課程博士

2. 申請者氏名 Islam Md. Sirajul

3. 学位の種類 博士（工学）

4. 学位記番号

5. 学位授与年月日

6. 論文題目

Integrated Assessment of Water Availability under Climatic Changes along the Tone River and Tokyo Metropolitan Area

（利根川流域および首都圏を対象とした気候変動が水利用に与える影響の統合評価）

7. 審査委員会委員

（主査）東京大学教授	花木 啓祐
教授	小池 俊雄
教授	古米 弘明
助教授	滝沢 智
講師	荒巻 俊也

8. 提出ファイルの仕様等

Sirajul.doc Word 2001 Mac

Sirajul.txt