

|         |   |
|---------|---|
| 氏名・(本籍) | いとうあきふみ<br>伊藤晶文                           |
| 学位の種類   | 博士(理学)                                    |
| 学位記番号   | 理博第1962号                                  |
| 学位授与年月日 | 平成14年3月25日                                |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当                              |
| 研究科, 専攻 | 東北大学大学院理学研究科(博士課程)地学専攻                    |
| 学位論文題目  | 東北日本における最終氷期極相期以降の環境変遷と流域地形発達史の研究         |
| 論文審査委員  | (主査) 教授 田村俊和<br>教授 日野正輝<br>助教授 松本秀明, 平野信一 |

## 論文目次

### I. はじめに

### II. 北上川下流域における沖積低地の形成過程

1. 先行研究
2. 研究方法
3. 北上川下流低地の地形
4. 沖積層の記載
5. 仙台湾岸における相対的海水準変動
6. 北上川下流低地における古地理の変遷

### III. 北上川中流域における河成段丘と氾濫原の形成過程

1. 一迫川中流域の河成段丘と氾濫原の形成過程
2. 一関地域の氾濫原および一関・中田間の谷底平野の形成過程

### IV. 北上川流域における最終氷期極相期以降の環境変遷と地形発達史

1. 東北日本の山地・丘陵域における最終氷期極相期以降の斜面プロセスの変遷
2. 北上川流域における最終氷期極相期以降の地形発達史
3. 東北日本における最終氷期極相期以降の地形発達過程と気候変化の対応
4. 北上川流域における地形発達過程および環境変遷と地球規模の気候変化との対応

### V. 結論

# 論文内容要旨

## I. はじめに

約2万年前といわれる最終氷期極相期以降、急激な気候の温暖化により海水準が上昇し、日本各地の低地部において最終氷期に形成されていた谷地形が埋積され、臨海沖積低地が形成された。従来の研究により、臨海沖積低地の形成過程は最終氷期極相期以降の海水準変動に強く支配されていることが明らかにされてきた。また、近年では、上流側からの土砂移動の状況には時期的な変化が存在し、それが沖積低地の形成過程へ大きく影響したことが指摘されている。しかし、臨海沖積低地の形成期間において、沖積低地に認められる地形変化と河川中・上流地域で生じた土砂生産・移動の様式とを対応させ、土砂生産・移動・堆積のメカニズムを河川流域全体として論じた研究例は少なく、河川を媒体とした土砂移動システムの実体が解明されているわけではない。そして、最終氷期極相期以降の急激な気候変化にともなう上流山地・丘陵域における土砂生産様式の変化や、中流域における河川の運搬様式の変化を考慮においた上で、下流域における沖積低地の地形発達との関連を明らかにする研究が求められている。

本研究では、河川各区間に代表される地形発達を $10^3$ 年スケールで明らかにすること、地形発達と海水準変動および気候変化との対応関係を明らかにすること、そして最終氷期極相期以降の流域地形発達史を編むこと、を目的とした。はじめに、河川下流域の臨海沖積低地の地形発達と、それに強い影響を与えた海水準変動との対応関係を明らかにする。次に、河川中流域に発達する最終氷期極相期以降の河川地形変化、とくに完新世における河成段丘形成および氾濫原形成の編年を行い、沖積低地への土砂供給時期について明らかにする。そして、従来報告されている上流の山地・丘陵域における斜面プロセスの編年を整理し、これらをもとに河川流域全体の地形発達史を編む。その後、東北日本各地の花粉分析的研究により得られている植生変遷から推定される気候変化を整理し、各区間で認められた地形変化との対応を検討する。さらに、本研究で得られた地形発達およびそれに関連した海水準変動の傾向と、近年氷床コア堆積物および海底堆積物によって明らかにされつつある地球規模での気候変化との比較を試みる。

調査地域として、北上川流域を選定した。北上川流域は、奥羽山脈と北上山地という異なる地形や植生などの自然景観を有する流域であること、日本有数の規模の流域であることから、東北日本における最終氷期極相期以降の地形発達と海水準変動および気候変化との対応を流域スケールで検討する上で代表性が高いと考えられる。

## II. 北上川下流域における沖積低地の形成過程

北上川下流低地の地形、沖積層の堆積状況、年代および堆積環境を明らかにするために、空中写真判読、掘削調査、ボーリング資料解析、 $^{14}\text{C}$ 年代測定、 $\text{FeS}_2\text{-S}$ 含有量分析、粒度分析および考古学的資料の検討を行った。また、最終氷期極相期以降の海水準変動を明らかにするために、本低地を含む仙台湾岸に面する沖積低地から得られた $^{14}\text{C}$ 年代資料を整理・検討した。

最終氷期極相期以降における海水準変動は、低海水準期(17,000~14,000 yr B.P.)、急上昇期 I (14,000~11,000 yr B.P.)、停滞期 I (11,000~10,000 yr B.P.)、急上昇期 II (10,000~8,500 yr B.P.)、停滞期 II (8,500~7,000 yr B.P.)、微変動期(7,000 yr B.P.以降)に区分される。低海水準期には、海水準が-100 m前後で停滞しており、この海水準に対応して、各河川沿いに深く狭い谷が形成された。急上昇期 I では、海水準が-45 mまで上昇したため、河川勾配の減少および河口の位置の上流側への移動が生じ、狭い谷中に氾濫原が形成された。-45 m前後で一時期停滞していた海水準は、急上昇期 II でふたたび上昇し-12 m付

近まで到達した。この影響により、急速な海進が起き、海岸線が大きく上流側に移動した。停滞期Ⅱには、海水準上昇速度を内湾埋積速度が上回り、海退現象が生じた。微変動期には、低地臨海部で5列の浜堤列が海水準の微変動に対応して形成された。それぞれの形成時期は、内陸側から順に、縄文時代前期前半(6,000~5,300 yr B.P.)、縄文時代中期(4,600~4,000 yr B.P.)、縄文時代後期(4,000~3,000 yr B.P.)、縄文時代晩期前葉から弥生時代にかけて(3,000~1,600 yr B.P.)、1,000 yr B.P.以前から現在にかけてである。また、海水準の低下によって、4,500~4,000 yr B.P.には低地北部および中央部の広い範囲で泥炭地が形成された。3,000~2,000 yr B.P.には、低地中央部の流路沿いで河川の氾濫が活発になり、その要因として気候の湿潤化が想定された。

### Ⅲ. 北上川中流域における河成段丘と氾濫原の形成過程

宮城県北部の一迫川沿岸には、最終氷期極相期以降に形成された河成段丘と氾濫原が発達している。一迫川中流域では、地形面の構成層および連続性から、上位から順にLt面、AtⅠ面、AtⅡ面、Al面に区分される。各面の構成層の堆積状況から、Lt、AtⅠ、AtⅡは侵食段丘、Alは谷底侵食低地であると考えられた。先行研究との対比、地形面構成層の<sup>14</sup>C年代および先史遺跡の分布状況から、Ltは完新世初頭、AtⅠは縄文時代中期後半(4,300~4,000 yr B.P.)、AtⅡは縄文時代後期前葉(4,000~3,700 yr B.P.)に、それぞれ離水したと考えられた。

岩手県一関地域の氾濫原および一関・中田間の谷底平野における沖積層の堆積状況および<sup>14</sup>C年代から、北上川では3,000~2,000 yr B.P.に河床低下が、砂鉄川と千厩川では、5,000 yr B.P.以前と3,000~2,000 yr B.P.に河川活動の活発化した時期がそれぞれ認められた。

### Ⅳ. 北上川流域における最終氷期極相期以降の環境変遷と地形発達史

北上川上流域にあたる、北上山地北・中部の山頂部から山麓部の広い範囲および奥羽山脈の500 m以上の斜面において、最終氷期極相期から晩氷期まで周氷河性のプロセスが働いていたこと、完新世には流水の作用が活発になったことが、従来の研究成果から復元されており、晩氷期以降に認められる流水の作用による斜面物質移動が卓越した時期は、11,000~9,000 yr B.P.、6,000~4,000 yr B.P.、2,500 yr B.P.以降であることが示されている。

河川下流域、中流域および上流域で認められる地形変化を、時系列で整理した結果、流域全体で大きな地形変化が起きているのは、最終氷期極相期から晩氷期、後氷期(完新世)への移行期であり、完新世においては、6,000~4,000 yr B.P.、3,000~2,000 yr B.P.の時期に、流域全体で顕著な地形変化が起きていることが確認された。これらの時期の地形変化は広域におよぶ気候変化に要因が求められると想定され、花粉分析による植生変遷から推定される気候変化との対応を検討した。従来の花粉分析的研究によれば、東北日本では、6,000~4,000 yr B.P.は気候の温暖・乾燥化、3,000~2,000 yr B.P.は気候の冷涼・湿潤化が起きたとされる。6,000~4,000 yr B.P.には、上流域の斜面では崩壊が多発し、中流域ではその影響により小河川において砂礫層が堆積し、中規模河川では河床高度の低下が起きた。下流域では、上流からの土砂供給量の増大を反映して、この時期に急激に海岸線が前進した。以上の地形変化の要因として、気候の乾燥化が進行するもとの一時的な降水量の増加もしくは降水強度の増大が想定されることから、豪雨が頻発するような気候条件がこの時期に存在していたと考えられた。また、3,000~2,000 yr B.P.には、上流域の斜面で崩壊が多発し、中流域では河床高度の低下や、小河川の河谷における砂礫層の堆積が起き、下流域では河川の氾濫が活発化した。これらの地形変化は、気候の冷涼・湿潤化を反映したものと考えられた。

下流域では海水準変動とそれに強く影響を受けた地形変化が数多く確認されることから、従来報告さ

れている花粉分析から求められる植生変化の分解能よりも短時間に進行した気候変化との対応が想定された。そこで、近年資料が蓄積しつつある北大西洋高緯度域における海底堆積物の解析で得られた氷山融氷イベントとの時期的な対応を検討した。本研究で得られた海水準の停滞もしくは極小の時期、つまり海水準上昇直前の時期と氷山融氷イベントの時期は良く対応していることが明らかとなった。したがって、本地域の下流域で確認される海水準変動とそれに関連する地形変化は、北半球を中心としたグローバルスケールの気候変化に対応していると考えられた。

## V. 結論

本論文では、東北日本の北上川流域を対象として、最終氷期極相期以降の地形発達過程と気候変化および海水準変動を明らかにした。そして、流域単位の地形発達過程に与える海水準変動および気候変化の影響を考察した。東北日本の北上川流域では、最終氷期極相期以降、流域全域におよぶ大きな地形変化が起きており、従来指摘されている氷期・間氷期サイクルの気候変化、つまり急激な温暖・湿潤化に対する地形の応答が確認された。完新世では、6,000~4,000 yr B.P.と3,000~2,000 yr B.P.に各区間で共通して顕著な地形変化が認められた。これらの時期には、東北日本において豪雨が頻発するような気候条件が存在していたことが想定された。また、本地域下流部で確認された完新世の海水準変動とそれに関連した地形変化は、北半球規模の短期で急速な気候変化と明瞭に連動していることが明らかとなった。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、最終氷期極相期以降において河川を媒体とした土砂生産・移動・堆積のメカニズムを流域全体について復元しようとしたものである。本論文では、河川下流域、中流域、上流域について各章で論じたうえで流域全体を通じた地形変化を気候変化との対応から議論している。

第II章では下流部の臨海沖積低地において、ボーリング資料をFeS<sub>2</sub>-S分析、粒度組成分析、放射性炭素年代測定に基づき、堆積時の地表環境を特定しながら堆積層を細分し、臨海沖積層の堆積過程を復元すると同時に、最終氷期極相期以降の詳細な海面変動を復元した。前者においては河川堆積物による内湾の埋積過程が詳細に復元され、後者においては17,000～14,000 yrB.P.を低海水準期、14,000～7,000yrB.P.を急上昇期、そして7,000yrB.P.以降を微変動期とした上で、11,000～10,000yrB.P.および7,000yrB.P.に海水準上昇の一時的停滞期が存在したことを求めた。臨海部においては、従来知られている4列の浜堤列に加えて6,000～5,300yrB.P.に形成された浜堤列の存在を見だし、当該地域の海水準微変動に関して新たな知見を加えた。これらの河川下流部における詳細な地形変化の復元により、中・上流域に生じた地形変化との対応を議論するための基盤を完成させた。

第III章では、中流部において河床高度変化から河川活動の変動を復元した。河川中流部は地表付近において地形変化に関する情報が少ない区間であるが、地表に認められる段丘状地形と地表面下に埋没した地形を対応させることにより、その河川活動の変化を求めることが可能であることを示した。第IV章では、最上流部の地形変化と気候変化との関連を従来の研究成果をもとに整理・検討し、これに第II、III章の成果を加えて検討し、最終氷期極相期～完新世初頭、6,000～4,000yrB.P., 3,000～2,000yrB.P.において流域全体におよぶ大きな地形変化の存在を見いだした。また、これらの地形変化はこれまで知られてきたいくつかのスケールの気候変化と連動する現象である可能性を指摘した。

以上の成果は、諸地形現象と気候変化との対応関係を求める研究に新たな視点が示され、得られた多くの新知見とともに、著者が独立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を持っていることが示される。よって伊藤晶文提出の論文は博士（理学）の学位論文として合格と認める。