

主 論 文 の 要 約

論文題目 完新世中期以降の気候変動に対する沿岸域の氾濫原の応答

(Evolution of coastal floodplains in response to climate change since the middle Holocene)

氏 名 石井 祐次

論 文 内 容 の 要 約

現在の沿岸域にみられる沖積低地には、緩やかな傾斜を持ち、細粒な土砂によって構成される氾濫原が典型的に発達している。沿岸域の氾濫原においては、後氷期の急速な海水準上昇にともないクレバスプレイの形成やアバルションが頻繁に起こり、河成層のアグラデーションが盛んに生じた。完新世の中期以降には汎世界的な海水準の上昇速度が低下し、気候変動や流域における人間活動に起因する流量や土砂供給量の変化が、氾濫原の発達過程に大きな影響を与えてきたとされてきた。しかし、既存研究では氾濫原の発達過程の編年が不十分である場合が多く、気候変動の影響が明確に認められた例は極めて少ない。気候変動が氾濫原の発達過程に与える影響を明らかにするためには、数百年スケールで古気候指標と対比できるように氾濫原の発達過程を編年する必要がある。また、氾濫原の発達過程に対する気候変動の影響を捉えるためには、まず比較的大規模な気候変動が生じた地域と時期に着目することも重要である。

氾濫原の発達過程を数百年スケールで編年するためには、氾濫原の堆積物中に放射性炭素年代測定に適した植物片が多く含まれていることが重要であるため、泥炭層が発達する地域を対象とするのが望ましい。また、完新世中期から後期には北半球への日射量が減少することで、東アジア夏季モンスーン (East Asian summer monsoon : EASM) の強度が大幅に減少したことが指摘されてきた。特に、EASM は約 4,000 年前に大幅に弱化したことが多くの古気候復元によって支持されている。以上を踏まえて、本研究では EASM 地域に位置し、泥炭層が発達する石狩低地、後志利別川低地、肝属平野を対象として氾濫原の発達過程を明らかにし、気候変動が氾濫原の発達過程に与えた影響について検討した。

氾濫原の発達過程を明らかにするために、それぞれの氾濫原で最大深度 5 m に及ぶハンドオ

ーガーによる試料採取をおこなった。石狩低地においては、機械式ボーリングによる試料採取もおこなった。採取した試料について強熱減量の測定をおこない、泥炭層、有機質泥層、泥層を定量的に区分した。加速器質量分析法により、氾濫原堆積物に含まれる有機物の放射性炭素年代値を求め、氾濫原の発達過程を編年した。石狩低地においては大型植物化石の分析をおこない、堆積環境の変化を明らかにした。石狩低地と後志利別川低地においては、既存ボーリング柱状図を用いて地形地質断面図を作成した。

石狩低地内陸部では後背低地における水位の低下および氾濫堆積速度の低下により、最上部の泥炭層が形成され始めたと考えられる。また、後背低地における水位の低下および氾濫堆積速度の低下は、複数の小規模なクレバススプレイの放棄に起因していると推測された。さらに、最上部の泥炭層の形成開始時期は 5,600~5,000、4,100~3,600 年前に集中していることが明らかとなった。最上部の泥炭層の形成開始時期には空間的な差異が認められ、旧美唄川の西側では多様であるのに対し、東側では 4,100~3,600 年前が多い。海水準変動および気候変動の記録との対比から、石狩低地におけるクレバススプレイの放棄と泥炭層の形成開始は EASM の弱化にともなう降水量の低下によって引き起こされたと推測された。泥炭の堆積が 4,100~3,600 年前から 19 世紀の入植時まで続いたことは、EASM が継続して弱かったことと一致する。また、異なる時期における泥炭層の形成開始は、気候変動に対する本流と支流との応答の違いに起因すると考えられる。以上のことから、氾濫原の発達過程は数百年スケールでの広域的な気候変動に大きな影響を受けることが示された。

後志利別川低地では急速な海水準上昇により、約 6,500 年前以前にクレバススプレイの形成が頻繁に生じ、河成層のアグラデーションが盛んであった。海水準上昇速度が低下するとクレバススプレイや自然堤防が次第に放棄され始め、泥炭地が拡大していった。約 5,000、4,000 年前には EASM の弱化にともなう降水量の低下により、さらにクレバススプレイの放棄が生じ、泥炭地が最も拡大した。その後、19 世紀末の入植時まで泥炭が基本的に堆積し続けたと考えられる。石狩低地との比較から、氾濫原の発達過程に対する EASM の弱化の影響が同様に認められること、そして河川システムの外的要因もしくは内的要因の違いによって氾濫原の発達過程がわずかに異なることが明らかとなった。

石狩低地や後志利別川低地の位置する北海道のみならず、さらに南側においても完新世中期から後期にかけての EASM の弱化が氾濫原の発達過程に影響を与えたかどうかを検討するために、肝属平野において氾濫原の発達過程を明らかにした。肝属平野では 7,000~6,000 年前に海水準上昇速度の低下にともないアバルションベルトやクレバススプレイが放棄され、泥炭層が広域的に形成され始めた。約 4,000 年前には湿地への水の供給量が低下して、泥炭層の形成が中断したと推測された。約 2,000 年前以降には台地の近くで泥炭層の形成が再開し、河川寄りの地点では氾濫堆積速度が増加して有機質泥層が形成され始めた。約 4,000 年前における湿地への水の供給量の低下は、EASM の弱化にともなう降水量の低下を反映していると推測された。約 4,000 年前における夏季モンスーン期の降水量の低下は北海道のみならず鹿児島においても生じたと考えられることから、この降水量の低下は EASM の弱化という広域的な気候変動

を反映しており、日本の他の地域においても降水量が大きく低下したことが示唆される。肝属平野では 6,000~4,000 年前に河成層のアグラデーションが盛んではなかったために、この降水量の低下に対する河川の応答を捉えることはできなかったものの、本州などの氾濫原においても降水量の低下にともなう河川活動の弱化が生じた可能性がある。また、約 2,000 年前以降の氾濫堆積速度の増加は上流域での森林破壊にともなう土砂供給量の増加といった人為的影響のみならず、ラニーニャ的な環境への変化にともなう黒潮域の海水温上昇に起因しており、特に中部地方以南の氾濫原において同様の影響があった可能性がある。

内陸部における氾濫原（狭義の氾濫原）と上部デルタプレーンにおける堆積作用が本質的には同じであるため、基本的には両者ともに広義には「氾濫原」と呼ばれる。しかし、デルタプレーンはデルタの前進および陸化によって形成されるという点において、内陸部の氾濫原とは異なる。上部デルタプレーンの氾濫原は内陸部の氾濫原と同様の発達過程を辿るのか、また、気候変動に対する応答も内陸部と同様であるのかを、両者が併存する地域で検証することは、様々な地域の氾濫原の発達過程を比較する上で必要である。そこで、石狩低地を対象に、湾頭デルタの陸化後の氾濫原の発達過程を明らかにした。石狩川の湾頭デルタの前進にともなう陸化は相対的な海水準上昇期である約 8,000 年前に開始した。潟湖が発達した地域においては、デルタが陸化した直後から 200~600 年以上は河成層の形成が盛んではなかったために、泥炭層が形成される場合があった。デルタの陸化後に河成層が形成されるようになった場所では、内陸部の氾濫原とほぼ同時期に気候変動の影響を受けて河成層の形成が停止し、泥炭層が形成されるようになった。以上のことから、必ずしもデルタが陸化して上部デルタプレーンへと移行した直後から、内陸部の氾濫原と同様の発達過程を示すわけではないものの、河成層が形成されるようになってからは、内陸部の氾濫原と同様の発達過程であったと考えられる。このことは、異なる地域における同時期の上部デルタプレーンと内陸部の氾濫原の発達過程を比較する際に留意すべきである。

石狩低地においては、蛇行帯の発達過程についても明らかにした。石狩低地内陸部の蛇行帯では少なくとも過去 2,000 年間にわたってアグラデーションが生じており、現在認められる蛇行部は泥質な氾濫原を切り込んで形成されていることが明らかとなった。さらに、2,000~600 年前には蛇行が盛んではなく、約 600 年前以降に EASM 強度の増加にともなう降水量の増加により蛇行が盛んになったと推測された。つまり、石狩低地における蛇行帯の発達過程からは、河成層の上方への累重のみならず河道の蛇行も気候変動の影響を受けることが示唆された。

以上の石狩低地、後志利別川低地、肝属平野における事例から、EASM 変動やエルニーニョ・南方振動の強度や頻度の変化という広域的な気候変動が氾濫原の発達過程に強い影響を与えてきたことが示された。広域的な気候変動が洪水の規模および頻度に影響を及ぼすことは、石狩低地の泥炭層の分析にもとづく古洪水復元からも支持された。泥炭層の強熱減量からは、石狩川の洪水規模および頻度が 5,500~5,000、4,000~3,500 年前に低下したと推測され、EASM の弱화에ともなう降水量の低下と調和的である。また、1,400~1,300 年前以降の洪水規模および頻度の増加は ENSO の弱化の影響を受けていると推測された。

本研究では、完新世中期以降の氾濫原の発達過程が広域的な気候変動によって大きく支配されている場合があることを示した。しかし、汎世界的な海水準上昇速度が低下した約 7,000 年前にすでに河成層のアグラデーションが停止しているような氾濫原では、気候変動に対する応答がほとんど認められなかったと考えられる。そのような氾濫原の発達過程に違いをもたらす原因として、上流域からの土砂供給量や粒度組成などのシステムの内的要因の影響が関連している可能性があるものの、その詳細は現段階では不明である。氾濫原の発達過程に違いを生じさせる、河川システムの内的要因については、今後のさらなる検討が必要である。