



Holocene relative sea-level change and paleoenvironment from incised-valley fills in Toyooka Basin, western Japan

谷川, 晃一郎

(Degree)

博士 (理学)

(Date of Degree)

2011-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲5179

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005179>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏 名	谷川 晃一郎
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学 位 記 番 号	博い第 5179 号
学位授与の 要 件	学位規則第 5 条第 1 項該当
学位授与の 日 付	平成 23 年 3 月 25 日

【 学位論文題目 】

Holocene relative sea-level change and paleoenvironment from incised-valley fills in Toyooka Basin, western Japan （豊岡盆地の沖積層を用いた完新世の相対的海水準変動と古環境の研究）

審 査 委 員

主 査	教 授	兵頭	政幸
	教 授	宮田	隆夫
	准教授	相川	祐理

氏名：谷川晃一郎 NO.1

近年、完新世の古環境と相対的海水準変動の研究は時間分解能が飛躍的に向上している。その中で、これまでは検出の難しかった百年スケールの比較的小規模な環境変動も明らかになりつつある。しかし、これらの研究はまだ数が少なく、より多くの地域で研究が行われる必要がある。そこで、完新世の詳細な相対的海水準（RSL）変動とそれに伴う古環境変遷の解明を目ざし、厚い沖積層が分布し高時間分解能の研究が可能で、テクニクに安定な円山川下流域の豊岡盆地を対象に、沖積層のボーリングコアを用いて研究を行った。

第1章では、完新世の RSL 変動と古環境の変遷の研究の背景にふれ、近年、重要になっている高時間分解能の研究を行う上で、豊岡盆地の沖積層を用いる意義について述べた。

第2章では、豊岡盆地の地形・地質学的背景について述べた。豊岡盆地の沖積層は最大 60m と厚く、完新世において活発な地殻変動は起こっていなかったとみられる。

第3章では、研究に用いた試料について述べた。豊岡盆地全域で掘削された 197 本のボーリングコアの柱状図を収集し、それらのコアから試料を採取した。またハンドオーガーを用いたボーリングも行い、それらの試料も使用した。

第4章では、沖積層の層序・層相、堆積環境、完新世の古地理について述べた。

まず、沖積層の成り立ちについて述べ、これまで行われてきた沖積層研究と現状、問題点について述べた。沖積層は最終氷期最盛期に至る海水準の低下によって形成された開析谷を充填する河成あるいは海成の堆積物からなる。沖積層研究は近年、シーケンス層序学的な視点から、海水準変動との関連を重視した再検討や、高密度の放射性炭素（ ^{14}C ）年代測定を行った研究が行われている。しかし、これらの研究は依然として少なく、より多くの地域で行われる必要がある。また、沖積層は深海底や湖沼の堆積物に比べ堆積速度が非常に速く時間分解能の面で非常に優れているため、完新世の古環境の優れたアーカイブでもあり、古環境の復元にも利用されている。そこで、本章では豊岡盆地の沖積層の多数のボーリングコアを用いて、RSL 変動に連動した堆積環境の変化や堆積環境の空間的な復元を行うことを目的とした。

次に本研究で用いたイオウ含有量の測定、珪藻化石・貝化石・火山灰の分析、 ^{14}C 年代測定などの研究手法について述べた。

これらの分析により得られた結果からは以下のことが明らかになった。沖積層は岩相をもとに下部から下部砂礫層（LG）、下部砂泥層（LS）、中部泥層（MM）、上部砂層（US）、最上部泥層（UM）に区分される。US～MM 下部には篠蔭隠岐火山灰、MM 中央部に

氏名：谷川晃一郎 NO.2

は鬼界アカホヤ火山灰が分布し、これらの時間面と岩相による区分は斜行する。LG は網状河川の堆積物、LS 下部は氾濫原堆積物、LS 上部～MM 最下部は湾頭デルタや干潟の堆積物、MM 下部はプロデルタ堆積物、MM 上部～US 下部はデルタフロント～デルタプレーン堆積物、LS 上部～UM は氾濫原堆積物でそれぞれ構成される。LS～MM 下部は海進期、MM 上部～UM は海退期の堆積物であり、海退期にはアグラデーション、海進期にはプログラデーションが卓越した。また、堆積速度は LS～MM 最下部で速く、MM 下部で遅くなり、MM 上部～LS 下部で再び速くなる。これらの堆積環境の変化は、RSL 変動と密接に関わっている。海進は約 1,100 cal BP に現円山川河口に達し、その後、約 10,000 cal BP には円山川河口から約 12km まで達した。約 7,900 cal BP には盆地最奥部（河口から約 23km）まで到達し、それより上流には海成層を示すコアは存在しない。当時の古豊岡湾は盆地中央部で水深約 20m に達する内湾であった。約 7,300 cal BP 以降、海退が始まり約 3,300 cal BP には河口から約 15km、約 1,900 cal BP には河口から約 12km へと後退した。

第5章では、豊岡盆地における完新世の RSL 変動について述べた。

まず、RSL の研究のレビューを行い、その現在の問題点について述べた。RSL 変動は氷河性海面変動とアイソスタティックな地殻変動、局地的な地殻変動の 3 つの合計によって示される。RSL 変動は、古くから世界各地の沿岸堆積物を用いて研究が行われ、1980 年代の国際プロジェクトにおいて、各国の海水準変動が整理、報告され、地域によってその変動に相違があることも明らかになった。これらの RSL の地域差はアイソスタシーの影響を示し、日本列島では、多くの地域で完新世中期に現海面よりも高い RSL が現れ、6,000 yr BP 中心に約 1～5m の海水準高度を記録している地域が多い。これらの研究と並行して、地球物理学的なモデリングにより RSL を求める研究も行われている。以上のように、沿岸堆積物を用いた観測や地球物理学的なモデリングにより、RSL の研究は発展してきた。しかし、現在も使用されている過去の研究（特に 80 年代以前）から得られた RSL の多くは、年代測定の不正確さや局地的な地殻変動を考慮しておらず、高精度なものは少ない。また、数百年スケールで起こった RSL の急上昇の規模やタイミングは依然として不明なものが多い。これらの問題を解決するため、近年は非常に高精度かつ高時間分解能の RSL 変動の復元が求められている。そこで、本章では、テクニクに安定している豊岡盆地において、グローバルな高精度 RSL 観測点を目ざし、沖積層の掘削コアを用いて高精度かつ高解像度の RSL 復元を行った。また、日本海に面した山陰・北陸地域や瀬戸内海地域の RSL 変動や、モデルから得られた理論値と比較を行った。

次に RSL の認定方法について述べた。RSL は珪藻化石分析および硫黄含有量の測定から海成層の上限・下限を決定しそれらをもとに決定した。

これらの分析により得られた RSL 変動から、以下のことが明らかになった。豊岡盆

氏名	谷川 晃一朗		
論文 題目	Holocene relative sea-level change and paleoenvironment from incised-valley fills in Toyooka Basin, western Japan (豊岡盆地の沖積層を用いた完新世の相対的海水準変動と古環境の研究)		
審査委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	兵頭 政幸
	副 査	教授	宮田 隆夫
	副 査	准教授	相川 祐理
	副 査		
	副 査		
要 旨			
<p>博士論文提出者の谷川晃一朗は、完新世の詳細な相対的海水準(RSL)変動とそれに伴う古環境変遷の解明を目ざし、厚い沖積層が分布し高時間分解能の研究が可能で、テクトニックに安定な円山川下流域の豊岡盆地を対象に、沖積層のボーリングコアを用いて研究を行った。本論文は6章からなる。</p> <p>第1章では、完新世の RSL 変動と古環境の変遷の研究の背景にふれ、近年、重要になっている高時間分解能の研究を行う上で、豊岡盆地の沖積層を用いる意義について述べている。</p> <p>第2章では、豊岡盆地の地形・地質学的背景について述べ、豊岡盆地の沖積層は最大 60m と厚く、完新世において活発な地殻変動は起こっていなかったことを明らかにしている。</p> <p>第3章では、研究に用いた試料について述べている。 豊岡盆地全域で掘削された 197 本のボーリングコアの柱状図を収集し、それらのコアから分析試料も採取している。また独自にハンドオーガーを用いて採取した 10 本のコア試料も使用している。</p> <p>第4章では、沖積層の層序・層相、堆積環境、完新世の古地理について述べている。 まず、沖積層の成り立ちについて述べ、これまで行われてきた沖積層研究と現状、問題点を指摘している。沖積層は最終氷期最盛期に至る海水準の低下によって形成された開析谷を充填する河成あるいは海成の堆積物からなる。沖積層研究は近年、シーケンス層序学的な視点から、海水準変動との関連を重視した再検討や、高密度の放射性炭素 (^{14}C) 年代測定に基づく研究が行われるようになってきたが、これらの研究は依然として少なく、まだ限られた地域でしか行われていない。また、沖積層は深海底や湖沼の堆積物に比べ堆積速度が非常に速く時間分解能の面で非常に優れているため、完新世の古環境の優れたアーカイブでもあり、古環境の復元にも利用されている。そこで、本研究は豊岡盆地の沖積層の多数のボーリングコアを用いて、RSL 変動に連動した堆積環境の変化や堆積環境の空間的な復元を行うことを目的とすることを述べている。</p> <p>岩相解析、イオウ含有量の測定、珪藻化石・貝化石・火山灰の分析、^{14}C 年代測定に基づいて以下のことを明らかにしている。沖積層を下部から下部砂礫層 (LG)、下部砂泥層 (LS)、中部泥層 (MM)、上部砂層 (US)、最上部泥層 (UM) に区分した。US～MM 下部には蔚陵隠岐火山灰、MM 中央部には鬼界アカホヤ火山灰が分布し、これらの時間面と岩相による区分は斜行する。LG は網状河川の堆積物、LS 下部は氾濫原堆積物、LS 上部～MM 最下部は湾頭デルタや干潟の堆積物、MM 下部はプロデルタ堆積物、MM 上部～US 下部はデルタフロント～デルタプレーン堆積物、LS 上部～UM は氾濫原堆積物でそれぞれ構成される。LS～MM 下部は海進期、MM 上部～UM は海退期の堆積物であり、海退期にはアグラデーション、海進期にはプログラデーションが卓越した。また、堆積速度は LS～MM 最下部で速く、MM 下部で遅くなり、MM 上部～LS 下部で再び速くなる。これらの堆積環境の変化は、RSL 変動と密接に関わっている。海進は約 11,000 cal BP に現円山川河口に達し、その後、約 10,000 cal BP には円山川河口から約 12km まで達した。約 7,900 cal BP には盆地最奥部 (河口から約 23km) まで到達し、それより上流には海成層を示すコアは存在しない。当時の古豊岡湾は盆地中央部で水深約 20m に達する内湾であった。約 7,300 cal BP 以降、海退が始まり約 3,800 cal BP には河口から約 15km、約 1,900 cal BP には河口から約 12km へと後退した。</p>			

氏名：谷川晃一朗 NO.3

地で復元された RSL は約 10,300 cal BP には標高 33.7m より上位まで上昇、約 10,000 cal BP には 31.6m となった。その後、RSL は約 9,600 cal BP に約 25.1m、約 7,860 cal BP に約 3.8m、約 6,560 cal BP に +1.5m 以下、約 3,200 cal BP に約 +0.3m であった。

豊岡盆地では約 16,000～10,300 cal BP に海水準の急上昇 (2.3 m/100 yr) がみられる。同時期の海面上昇は新潟平野以外では報告がない。その後、豊岡盆地では約 10,000 cal BP からの約 2,000 年間、RSL はほぼ一定の速度 (1.3 m/100 yr) で上昇した。そして約 7,900 cal BP 以降、海水準上昇の速度は急激に低下した (0.4 m/100 yr)。豊岡盆地では約 6,560 cal BP に +1.5m で潮上帯とみられる堆積物が堆積しており、当時の RSL は +1m 付近にあったと考えられ、豊岡盆地でも完新世中期の高海面期が見られた可能性が高い。

播磨灘周辺域での局地的な地殻変動を補正した RSL と豊岡盆地の RSL は調和的であり、このことは豊岡盆地において完新世に地殻変動が見られないことを支持する。RSL のモデルによる理論値との比較では、6,800 cal BP の RSL に一致が見られたが、11,500 cal BP では大きな隔たりがあり、ハイドロアイソスタシーのモデルのさらなる改良が必要であることを示す。

第6章では、本研究で得られた結論を述べた。

(1) 豊岡盆地の沖積層は、日本の沖積層で一般的に見られる岩相区分と一致する。沖積層中には蔚陵隠岐火山灰と鬼界アカホヤ火山灰が分布し、これらの時間面と岩相境界は斜行する。

(2) 堆積環境と岩相境界は必ずしも一致しない。LS～MM 下部は海進期、MM 上部～UM は海退期の堆積物であり、海退期にはアグラデーション、海進期にはプログラデーションが卓越した。これらの堆積環境の変化は、RSL 変動と密接に関わっており、堆積速度の変化とも連動している。

(3) 海進は約 11,000 cal BP に現円山川河口に達した。その後も海面上昇は進行し、約 10,000 cal BP には 31.6m、約 9,600 cal BP に約 25.1m、約 7,860 cal BP に約 3.8m となり、約 6,560 cal BP に +1m の高海面となった。一方、海進は約 7,900 cal BP には盆地南端に達し終了したと見られ、約 7,300 cal BP には海退が始まっている。つまり、RSL が上昇する中で海退は始まった。海進の終了時期は RSL の上昇速度が急激に減少する時期とほぼ同じであり、グローバルに見られるデルタの堆積開始時期ともほぼ一致している。

(4) 豊岡盆地の RSL には約 10,600～10,300 cal BP に海水準の急上昇 (2.3m/100yr) がみられる。同時期の海面上昇は新潟平野以外では報告がなく、グローバルな変動であるかは今後さらに研究が必要である。豊岡盆地の RSL は播磨灘周辺域での局地的な地殻変動を補正した RSL と調和的であり、このことは豊岡盆地では完新世に地殻変動が見られないことを支持する。

氏名	谷川 晃一朗
<p>第5章では、豊岡盆地における完新世のRSL変動について述べている。</p> <p>まず、RSLの研究をレビューし、問題点を指摘している。RSL変動は氷河性海面変動とアイソスタティックな地殻変動、局地的な地殻変動の3つの合計によって示される。RSL変動は、古くから世界各地の沿岸堆積物を用いて研究が行われ、1980年代の国際プロジェクトにおいて、各国の海水準変動が整理、報告され、地域による相違が明らかになった。これらのRSLの地域差はアイソスタシーの影響を示す。日本列島では、多くの地域で完新世中期に現海面よりも高いRSLが現れ、6,000 yr BPを中心に約1~5mの海水準高度を記録している。これらの研究と並行して、地球物理学的なモデリングによりRSLを求める研究も行われている。このように、沿岸堆積物を用いた観測や地球物理学的なモデリングにより、RSLの研究は発展してきた。しかし、現在も使用されている過去の研究（特に1980年代以前）に得られたRSLの多くは、年代測定の不正確さや局地的な地殻変動を考慮しておらず、高精度なものは少ない。よって、数百年スケールで起こったRSL急上昇の規模やタイミングは依然として不明なものが多い。これらの問題解決のため、高精度かつ高時間分解能のRSL変動は必須である。豊岡盆地では、そのようなRSL変動の復元を、グローバルな高精度RSL観測点も目ざして行った。そして、日本海に面した山陰・北陸地域や瀬戸内海地域のRSL変動、モデルから得られた理論値との比較も行い、得られたRSL記録の評価も行った。</p> <p>次にRSLの認定方法について述べている。RSLは珪藻化石分析およびイオウ含有量の測定から海成層の上限・下限を決定しそれらをもとに決定した。</p> <p>得られたRSL変動から以下のことを明らかにした。豊岡盆地のRSLは約10,300 cal BPには標高+33.7mより上位まで上昇、約10,000 cal BPには+31.6mとなり、その後、約9,600 cal BPに約+25.1m、約7,860 cal BPに約+3.8m、約6,560 cal BPに+1.5m以下、約3,200 cal BPに約+0.3mとなった。</p> <p>豊岡盆地では約10,600~10,300 cal BPに海水準の急上昇（2.3 m/100 yr）がみられる。同様の海水準の急上昇は新潟平野のRSL記録にも見られる。その後、豊岡盆地では約10,000 cal BP以降の約2,000年間、RSLはほぼ一定の速度（1.3 m/100 yr）で上昇した。そして約7,900 cal BP以降、海水準上昇の速度は急激に低下した（0.4 m/100 yr）。豊岡盆地では約6,560 cal BPに+1.5mで潮上帯とみられる堆積物が堆積しており、当時のRSLは+1m付近にあったと考えられ、豊岡盆地でも完新世中期の高海面期が見られた可能性が高い。</p> <p>豊岡盆地のRSLは局地的な地殻変動を補正した播磨灘周辺域のRSLと調和的である。このことは豊岡盆地において完新世に地殻変動が存在しないことを支持する。RSLのモデルによる理論値との比較では、6,800 cal BPのRSLに一致が見られたが、11,500 cal BPでは大きな隔たりがあり、ハイドロアイソスタシーのモデルのさらなる改良が必要であることを示す。</p> <p>第6章では、本研究で得られた結論をまとめている。</p> <p>（1）豊岡盆地の沖積層は、日本の沖積層で一般的に見られる岩相区分と一致する。沖積層中には鬱陵隠岐火山灰と鬼界アカホヤ火山灰が分布し、これらの時間面と岩相境界は斜交する。</p> <p>（2）堆積環境と岩相境界は必ずしも一致しない。LS~MM下部は海進期、MM上部~UMは海退期の堆積物であり、海退期にはアグラデーション、海進期にはプログラデーションが卓越した。これらの堆積環境の変化は、RSL変動と密接に関わっており、堆積速度の変化とも連動している。</p> <p>（3）海進は約11,000 cal BPに現円山川河口に達した。その後も海面上昇は進行し、約10,000 cal BPには+31.6m、約9,600 cal BPに約+25.1m、約7,860 cal BPに約+3.8mとなり、約6,560 cal BPに+1mの高海面となった。一方、海進は約7,900 cal BPには盆地南端に達し終了したと見られ、約7,300 cal BPには海退が始まっている。つまり、RSLの上昇は続く中で海退は始まった。海進の終了時期はRSLの上昇速度が急激に減少する時期とほぼ同じであり、グローバルに見られるデルタの堆積開始時期ともほぼ一致している。</p> <p>（4）豊岡盆地のRSLには約10,600~10,300 cal BPに海水準の急上昇（2.3 m/100 yr）が見られる。同時期の海水準の急上昇は新潟平野のRSL記録にも見られるが、それ以外には見られず、グローバルな変動であるかは今後さらに研究が必要である。豊岡盆地のRSLは播磨灘周辺域での局地的な地殻変動を補正したRSLと調和的であり、このことは豊岡盆地では完新世に地殻変動が見られないことを支持する。</p> <p>本研究は、研究の空白域において完新世の相対的海水準変動を高精度で研究したものであり、急激な海水準上昇イベント、地殻変動の有無の検証、海水準変動にともなう堆積環境変化について重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって、学位申請者の谷川晃一朗は、博士（理学）の学位を得る資格があると認める。</p>	