

機関番号：13103

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20401002

研究課題名 (和文) アムール川流域における人間活動による河川環境への影響に関する検討

研究課題名 (英文) The human impact on fluvial environment in the Amur River basin

研究代表者

山縣 耕太郎 (YAMAGATA KOTARO)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号：80239855

研究成果の概要 (和文)：近年、アムール川流域では、土地被覆の変化が顕著に生じている。本研究では、アムール川流域の土地被覆変化に伴う長期的な水文環境の変化を、氾濫原堆積物を用いて復元することを試みた。調査の結果、多くの地点において、氾濫原堆積物の最上部が粗粒化している様子が確認され、環境同位体の分析から、こうした粗粒化が最近数十年間に生じたことが明らかになった。こうした粗粒化の原因は、流域における人為的な土地被覆変化と推定される。

研究成果の概要 (英文)：Recently, remarkable land cover changes have been occurring in the Amur River Basin. We sought to reconstruct the historical environmental changes in the Amur River Basin using floodplain sediments. We confirmed recent coarsening of the fluvial deposits at many localities on the floodplain along the Amur River. The radionuclide contents of cesium-137 and lead-210 excess confirmed that the upper part of the sediment deposited during the recent several decades. We postulate that the grain size coarsening of the floodplain deposits has ensued from an increase in peak discharge and coarse material supplied by farmland expansion and forest reduction.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2009 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	10,400,000	3,120,000	13,520,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：アムール川、三江平原、人間活動、河川環境、氾濫原堆積物、環境同位体、土地被覆変化、リモートセンシング

## 1. 研究開始当初の背景

過去の人為的な環境変化とその影響の歴史を復元することは、現在の人間と自然環境との係わりを評価し、その将来を予測するために重要である。このため The International Geosphere-Biosphere Program (IGBP) の core project である Past Global Change (PAGES)

では、古環境変化の復元を、国際的に進めている。当初は、自然作用を中心に作業が進められてきたが、2000 年からは、環境変化への人為的な影響の解明を主要なテーマの一つとして掲げ、HITE (Human Impacts on Terrestrial Ecosystems) プログラムが立ち上げられた。こうした動向の中で、近年、世

界各地において人為による環境への影響が検討されている。

人為による自然環境への影響を考える上で、河川は、過去から現在にいたるまで人類と密接に影響を与えてきた重要な環境構成要素である。大河川であれば、その影響範囲も大きい。また河川は、大気圏、土壌圏、岩石圏から供給された物質が、海洋へと移動する主要な経路となっており、地球上の物質循環の中で極めて重要な位置を占めている。流域における人為的な土地被覆変化は、土壌浸食や物質の堆積を引き起こし、陸上生態系に重大な影響を及ぼす。特に河川沿いに発達する氾濫原や湿地は、こうした環境変化に敏感に反応し、生態系や、物質循環に変化が生じる。そのため氾濫原や湿地の堆積物は、こうした流域における環境変化の歴史を、克明に記録している媒体として重要であり、申請者らを含め、世界各地の河川において、氾濫原堆積物を用いた人間活動の河川に対する影響の検討が行われている（十勝平野：山縣ほか、2006；ナミビアクイセブ川：Yamagata and Mizuno, 2005；メコン川：Haruyama et al., 2002）。

中国は、人類史上、最も古くから人為的な影響が現れた地域の一つであり、最近数十年間において最も顕著な変化が現れた地域としても注目される。中国では、近年の経済成長にともない、急速に農地開拓や森林伐採などの自然改変が進行し、土壌浸食や、河川環境の悪化など、様々な環境問題が生じている。申請者らは、関連する研究（総合地球環境学研究所アムールオホーツクプロジェクト）の中で、中国東北地域のアムール川流域の土地被覆調査を行った。その過程において、河川沿いの堆積物が近年著しく粗粒化し、湿原が縮小しつつある状況を確認した。中国東北部は、中国国内でも、近年最も急速に農地開拓や都市化が進行している地域の一つである。ロシア国境付近に位置する三江平原は、30年前には大部分が未墾地の湿原に覆われていたが、現在はごく一部にしか湿原は残存しない。HITEの事例研究地域として中国国内では南部、中部、北部の3地域が選ばれているが、中国東北部では、こうした研究は行われていない。

中国東北部からロシア極東地域を流れ、オホーツク海に注ぐアムール川流域で生じる環境変化は、国境を越えてロシア国内の湿原や、オホーツク海にまで影響を及ぼす可能性がある。そこで、本研究では、黒竜江（アムール川）中・下流域における人間活動が河川環境に与えた影響について河川氾濫原堆積物を手がかりに、その経緯を復元し、影響を評価することを目的とする。

## 2. 研究の目的

東アジア有数の大河川であり、国際河川である黒竜江（アムール川）流域では、中国における近年の経済成長にともなう急速な農地開拓や森林伐採、およびロシア共和国における森林火災の頻発などにより、土壌浸食や、河川環境の悪化、海洋への物質供給の変化が懸念されている。河川氾濫原堆積物は、こうした流域における環境変化を記録する媒体としてきわめて有用である。本研究では、黒竜江（アムール川）中・下流域における人間活動が河川環境に与えた影響について河川氾濫原堆積物を手がかりに、その経緯を復元し、影響を評価することを目的とする。本調査地域は、世界的にも急速かつ多大な人為的インパクトが自然に加えられた地域であり、流域環境への人為的影響のプロセスや、その将来予測を行う上で重要な知見を提供するものと考えられる。

## 3. 研究の方法

本研究では、黒竜江（アムール川）中・下流域を研究対象地域として、河川氾濫原堆積物の詳細な分析を通して、流域の環境変化と、人為的な活動の影響を明らかにする。調査地域は中国黒竜江省からロシア極東地域にまたがって広がる。両地域の成果をあわせることによってアムール川流域の全体像を明らかにできると考える。中国では、近年急速な農地開拓や都市化が進行していて、一方のロシアでは、森林の伐採や森林火災による森林の焼失が深刻な問題になっている。

こうした流域の変化を把握するための人文・社会的データを中国、ロシアの研究者と協力して収集する。関連する研究の中でアムール川流域の複数の時代における土地利用図を作成する。本研究では、さらにロシアにおける森林火災や、中国における土壌浸食など顕著な環境劣化に関する資料を収集するとともに、アムール川および主要な支流に関する洪水のデータを収集する。また、調査地域の大縮尺の地形図や空中写真を入手することは困難なので、衛星画像やスペースシャトル地形データ（SRTM）を用いて河川沿いの湿地分類や地形分類を行い、野外調査の基礎資料とする。

現地調査を、平成20年にロシアで、21年、22年に中国東北地域で行った。流域内における河川氾濫原堆積物の空間的な変化を把握するために、アムール川中・下流域の主要な各支流沿いに複数の地点を選定して調査を行う。各地点において、1~3mの堆積物コアを採取し、日本に持ち帰って分析する。多様な分析を行うことによって、人為的な影響を受ける以前から現在までの河川環境の変化を詳細に明らかにする。また、環境同位体（Cs-137、Pb-210）を用いた年代測定法、放射性炭素年代測定法を用いて、堆積物に年代

軸を設定する．さらに，収集，作成した土地利用変化や環境変化に関する諸資料とあわせて，流域の環境変化とその影響を総合的に明らかにする．

#### 4. 研究成果

(1) SRTM の標高データとリモートセンシングのデータに基づき，三江平原の地形分類図を作成し，土地利用変化を検討した．その結果，三江平原は，河口から 800km 以上内陸に位置する盆地で，盆地の大部分が標高 60m 以下というきわめて低平な盆地であるが，詳しく見ると，いくつかの地形面に区別できることが明らかになった．三江平原の地形は，現河床および氾濫原，自然堤防，段丘開析谷，低位段丘面，中位段丘面，沼沢地，丘陵に分類された．氾濫原，低位段丘，中位段丘はさらに複数の段丘に区分可能である(図1)．盆地の大部分は段丘が占め，現在の河川は，低位段丘を僅かに開析して氾濫原を形成し，その中を蛇行しながら流れている．各地形面上の堆積物を見ると，中位段丘も低位段丘も，下位には砂礫層があり，それを覆って 2 から 3m のシルト粘土層があり，最上位に泥炭層が覆っている．これは，堆積から離水までの一連のプロセスを反映しているものと思われる．しかし，現成の氾濫原では，シルト粘土層を覆って最表層に砂層が堆積している様子が確認された．

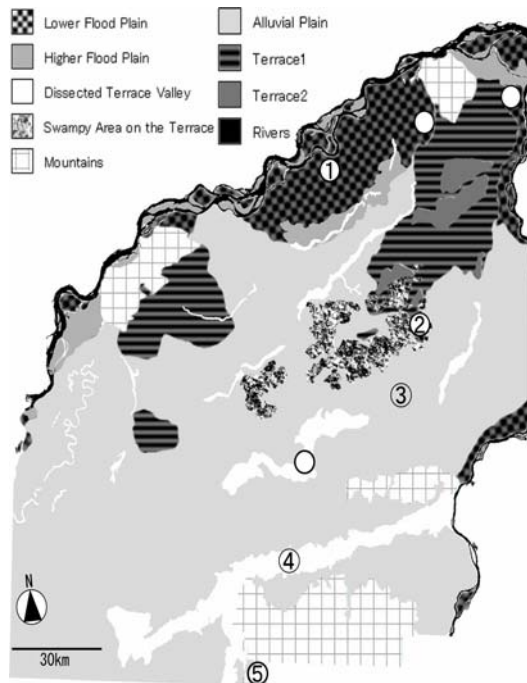


図1 JERS-1/SAR データを用いて作成した三江平原の地形分類図

(2) 三江平原を中心として，中国およびロシア国内においてアムール川本流，松花江，ウスリー川およびそれらの支流で氾濫原堆積物の調査を行った．調査に当たっては，自然堤防などの高まりは避け，毎年高水時には浸水していると思われる部分の平坦な場所を選定し，露頭やピットの作成，ジオスライサーによる地層抜き取りによって堆積物を観察した．また，詳しく観察した地点の周囲の複数の地点で堆積物を観察して，その地域を代表する断面であることを確認した．調査した地点のうち，中国国内のほとんどの地点において，氾濫原堆積物の最上部に，下位の堆積物より粒度が増大している傾向が認められた(図2)．粗粒化している部分の厚さは場所によって変化するが 30~70cm 程度である．全体に成層構造が発達するが，特に砂質の部分で成層構造が明瞭で，シルトから粗砂サイズの堆積物が互層していて，多数の洪水によって形成されたことを示す．

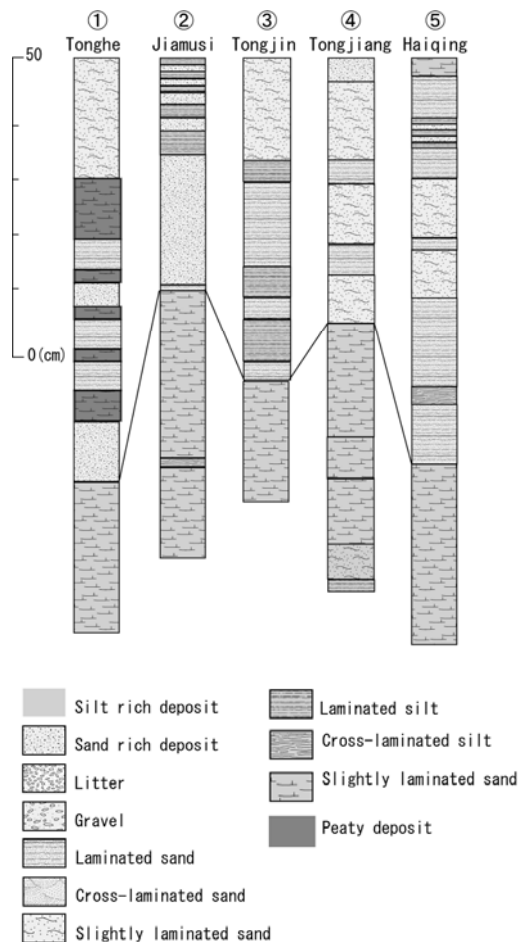


図2 現成氾濫原堆積物の柱状図

(3) 同江において採取した連続試料について、半減期 30.17 年の Cs-137 と半減期 22.3 年の Pb 鉛-210 の含有量を測定したところ、表層の砂層中には、両方の環境同位体の存在が確認された。したがって、この砂層が、最近数十年の間に堆積した新しい堆積物であることが確かめられた。(図 3)

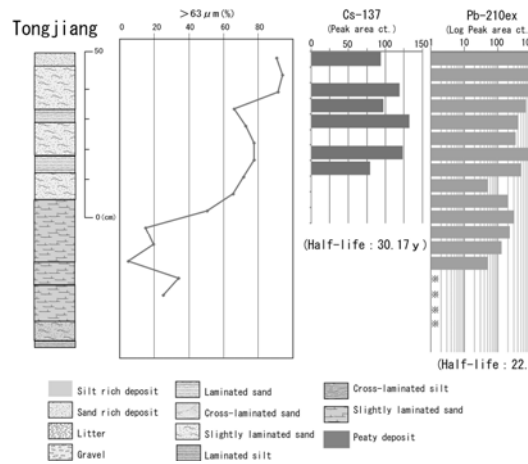


図 3 同江における現成氾濫原堆積物の粒度および環境同位体の垂直変化

(4) このような粗粒化の原因としては、先に述べたような森林の破壊や農地の開拓によって裸地化した部分において土壌浸食が活発化するとともに、表面流出の割合が増して洪水流量が増大したということが考えられる。おそらく、両者が同時に起こっているものと考えられる。実際に三江平原周辺の丘陵に広がる農地においてガリーが発達している様子も観察された。また、アムール川支流の松花江における洪水の記録を見ると、1950 年以降、大規模な洪水が増えているようである。すなわち、平均的な流量は系統的な変化を示していないのに対して、大規模な洪水は増える傾向にある様である。このように、農地化された丘陵地斜面における土壌浸食による物質供給の増大と洪水流量の増大が起こっていて、これによって粗粒化が引き起こされているものと思われる。

(5) このような水文環境の変化や堆積物の粗粒化が、流域の物質移動に与える影響については、三江平原周辺の氾濫原は、かつて広く湿地に覆われていた。この湿地が透水性の高い砂によって埋積されることによって、湿地の環境が大きく変わることが予想される。また、こうした変化は湿地からの物質供給にも影響を及ぼすものと考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 8 件)

① 春山成子, 中国東北部の湿地帯を抱える松花江流域の河川環境変化とその応答, 「アジアにおける経済成長と環境保全の両立は可能か」, アジア研究所・アジア研究シリーズ, 査読無, 2009, 3-24,

② Mizue Murooka, Shigeko Haruyama and Yoshitaka Masuda, Land Cover Detected by Satellite Data in the Agricultural Development Area of the Sanjiang Plain, China, Journal of Rural Planning, 査読有, 26, 2008, 197-202,

③ Haruyama S., Murooka M., Masuda Y., Yamagata K. and Kondo A, Landform and land use change of Heilongjiang province, North East China, Report on Amur-Okhotsk Project, 査読無, 5, 2008, 139-150

④ 春山成子, アムール川の役割, 地理, 査読無, 653, 2009, 16-21,

⑤ 春山成子, 近藤昭彦, 室岡瑞恵, アムール川流域の土地利用変化とインパクト, 地理, 査読無, 653, 2009, 40-46,

⑥ 山縣耕太郎, 沖積低地に見られる人間活動の痕跡, 地理, 査読無, 653, 2009, 59-63,

⑦ Mizue Murooka, Shigeko Haruyama, Yoshitaka Masuda, The Wetland Distributions of the Kiya River using Remote Sensing, Report on Amur-Okhotsk Project, 査読無, 6, 2010, 243-250,

⑧ 春山成子ほか 25 名, 巨大河川の水と恵み—北方河川・アムール川流域の人間活動が与えた影響を考える—, E-journal GEO, 査読有, 4, 2010, 138-144

〔学会発表〕(計 18 件)

① 室岡瑞恵, 春山成子, 三江平原における耕地開発に伴う緑地変化—湿地減少のもつ意味—農村計画学会春季大会, 2008 年 4 月 5 日, 東京大学.

② 李海蘭, 近藤昭彦, 唐常源, 春山成子, 山縣耕太郎, 室岡瑞恵, 中国、三江平原における地下水流動系に関する予察的研究日本地球惑星科学連合大会, 2008 年 6 月 1 日, 幕張メッセ.

③ 山縣耕太郎, アムール川中流三江平原周辺で見られる氾濫原堆積物の粗粒化, 日本地理学会, 2009 年 3 月 29 日, 帝京大学.

④ Shigeko Haruyama, Introduction for hazardous flooding of the Amur River and its relation to 20th century land-use changes. 日本地理学会, 2009 年 3 月 29 日, 帝京大学.

⑤ Akihiko Kondo, Y. Masuda, M. Murooka,

S. Haruyama, Analysis of land cover changes in Amur river basin by satellite remote sensing hierarchical analysis by using global and regional scale satellite images, 日本地理学会, 2009年3月29日, 帝京大学.

⑥M. MUROOKA, Y. KUWAHARA, S. HARUYAMA and K. YAMAGATA, Numerical Analyses of Flood Control Basin Capability of the Wetland in the Middle Part of the Amur River. The East Asian Seas Congress 2009 in Manila, 2009年4月5日, フィリピン・マニラ.

⑦山縣耕太郎, アムール川中流三江平原周辺で見られる氾濫原堆積物の粗粒化地球惑星科学連合大会, 2009年5月, 幕張メッセ.

⑧Yamagata, K., Haruyama, S., Recent grain size coarsening of flood plain deposits in Amur River around Sanjiang Plain, China. 地球惑星科学連合大会, 2009年5月, 幕張メッセ.

⑨Yamagata, K., Haruyama, S., Recent grain size coarsening of flood plain deposits in Amur River around Sanjiang Plain, China. 7th International Conference on Geomorphology. 2009年7月1日, オーストラリア, メルボルン.

⑩室岡瑞恵, 桑原康裕, 春山成子, 洪水の数値解析からみた湿地の遊水地機能評価—アムール川中流域の場合—, 農村計画学会, 2009年9月, 京都大学.

⑪室岡瑞恵, 桑原康裕, 春山成子, 山縣耕太郎, アムール川中流域における洪水の数値解析による湿地の遊水地機能評価, 日本地理学会秋期学術大会, 2009年10月24日, 琉球大学.

⑫ Yamagata, K., Recent grain size coarsening of flood plain deposits in Amur River around Sanjiang Plain, China. International Workshop on Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences, 2009年11月1日, エクセルホテル金沢.

⑬ Shigeko Haruyama, Akihiko Kondo, Yoshitaka Masuda, Challenge of research project Amur-Okhotsuk; Land cover change of the Amur River basin. Global land project session- Japan geoscience Union meeting 2010年度5月23日, Makuhari, Japan.

⑭ Shigeko Haruyama, Partnership for mitigation of disaster for coastal area. International Geographical Union regional conference, 2010年7月13日, Israel, TelAviv.

⑮ Mizue muroka, Shigeko Haruyama, Kotaro Yamagata, Yasuo Kuwahara, Land cover changes in the middle reached of Amur

River. International Geographical Union regional conference, 2010年7月13日, Israel, TelAviv.

⑯山縣耕太郎, 室岡瑞恵, 春山成子, アムール川中流三江平原周辺における地形形成環境変化. 日本第四紀学会, 2010年8月22日, 東京学芸大学.

⑰ Shigeko Haruyama, The impact of Land Cover Change on a large river basin with regards to erosion vulnerability and flooding. Global land project international conference, 2010年10月18日, Arizona state university, USA.

⑱室岡瑞恵, 春山成子, 山縣耕太郎, ロシア・キーヤ川周辺における湿地分布及び水質, 日本地理学会春季学術大会. 2011年3月29日, 明治大学.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山縣 耕太郎 (YAMAGATA KOTARO)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号: 80239855

### (2) 研究分担者

春山 成子 (HARUYAMA SIGEKO)

三重大学・大学院生物資源研究科・教授

研究者番号: 10267461

### (3) 連携研究者