

機関番号：14602

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2007～2010

課題番号：19251009

研究課題名 (和文) 高解像度衛星データによる古灌漑水路・耕地跡の復元と
その系譜の類型化研究課題名 (英文) Reconstruction of paleo-irrigation canals and cultivated fields
based on high-resolution satellite images, and classification of their patterns

研究代表者 相馬 秀廣 (SOHMA HIDEHIRO)

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号：90196999

研究成果の概要 (和文)：

乾燥地域の中国内モンゴル自治区黒河下流域において、解像度約 60cm の QuickBird 画像解析と、灌漑水路や囲郭壁を覆う紅柳包 (半固定砂丘) の高さ、散在する陶片時期などから、西夏・元代および漢代-3, 4 世紀頃の耕地跡がかなり高い精度で特定できた。その結果、前者の耕作範囲が従来の想定を大幅に上回ることが判明した。区田法、代田法など、文書に記載された耕作地を確認し、また、当該地で最大規模の囲郭 Bj2008 を新たに抽出した。

研究成果の概要 (英文)：

Based on the analysis of high-resolution Satellite Images, relative height of the tamarix cones covering the ruins and ages of the scattered earthenware, agricultural field casts of the Han Dynasty and Xixia-Yuan Dynasties are identified with relatively high reliability. As results, it is cleared the expansion of the agricultural fields of Xixia-Yuan Dynasty was more extensive than previously considered. Moreover, casts of the Ou tian cultivation and Dai tian one are extracted, and unreported wall-surrounded city, named Bj2008, was newly reported

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2008 年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2009 年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2010 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
総計	21,000,000	6,300,000	27,300,000

研究分野：地理学

科研費の分科・細目：人文地理学・人文地理学

キーワード：乾燥地域、黒河下流域、QuickBird 画像、紅柳包、西夏・元代、耕地跡、Bj2008 囲郭、区田法

1. 研究開始当初の背景

代表者の相馬は、地理学的基盤の下、地上からのみでなく、空からの視点で景観・遺跡を検討する新しい研究分野を、中央アジアを

中心にシルクロード研究へ導入していた。また、地上解像度約 3m の衛星写真 Corona による詳細な灌漑水路跡の抽出が可能なが

判明していた。さらに、相馬は、総合地球環境学研究所オアシスプロジェクト（通称）に参加し、黒河下流域における遺跡の状況にある程度精通していた。

2. 研究の目的

「かつての農業実態（灌漑水路跡、耕地一筆の規模など）は、中国では中原地域（農業地域）に近いほど失われやすく、時代・環境の変化により、辺境の乾燥地域では遺跡化することで、残存することがあるとの仮説」に立脚して、西域・中国北方地域などの乾燥地域においてかつて中原・関中地域などから伝播し、現在残された灌漑水路跡・耕地跡を復元すること、および地域性・時代性を考慮した灌漑水路跡・耕地跡の類型化、系譜とその類型化を目指す。

3. 研究の方法

(1) 高解像度衛星画像を最大限に活用する。

(2) 自然地理学のみでなく、人文地理学、考古学、文献史学の諸分野が連携し、可能な限り、一緒に現地調査を実施する。

(3) 具体的には、灌漑水路跡および旧耕地跡を抽出するとともに、それらの時代を可能な限り明らかにする。

(4) 上記の分野に出来るだけ対応可能な現地（中国側）研究者を選定して、現地調査の許可取得をはじめとして、種々の面で研究協力関係を構築する。とりわけ、現地調査で不可欠なGPSの利用については、最大限の協力を得られるようにする。

4. 研究成果

(1) 遺跡放棄後経過期間と被覆した紅柳包の規模（比高）

中国内モンゴル自治区黒河下流域のデルタ地域（かつての黒河デルタ）の広い範囲に漢代の居延屯田や西夏・元代の農耕に由来し

た耕作地跡、盛土型灌漑水路跡などが残存する。デルタの傾斜方向の長さは40–50km、傾斜は1–0.65‰である。高解像度衛星画像解析から、当該地域には、規模（比高）を異にする紅柳包が広く発達することが確認される。遺跡を被覆した紅柳包も多く、それらの大まかな規模は、漢代（から魏晋期頃まで）で約6–7m以上、西夏・元代で3–4m、と明瞭な違いがみられた。さらに、1950年代に掘削後短期間で放棄された灌漑水路跡には、*tamarix*は生育しているものの、明瞭な紅柳包は形成されていない。このことから、紅柳包の比高が、被覆された遺跡の放棄後現在までの大まかな時間の指標として有効なことが判明した。

一方、タリム盆地南東部の米蘭遺跡は扇面長が約5kmと相対的に小規模な扇状地に立地し、扇端付近は平均傾斜約1‰で、紅柳包に被覆された盛土型灌漑水路跡・耕地跡などが発達する。しかし、紅柳包は扇状地から上流側（平均傾斜6–7‰）にはほとんど分布していない。また、6–7本の主要灌漑水路跡が放射状に配置されており、水路の横断方向で見ると、主要灌漑水路跡ごとに紅柳包の規模が系統的に異なっていた。

したがって、紅柳包規模と遺跡放棄後の経過時間の関係は次のようにまとめられる。1) 基本的には、デルタなど傾斜が均質な場所では、遺跡放棄後の経過時間の指標として有効。2) しかし、その規模は、地表面傾斜と地下水の深さ、河道・主水路からの距離など当該地域の地形状況により異なる。

(2) 耕地への灌漑方式

高解像度衛星画像で抽出された灌漑水路の平面形状から、灌漑方式の情報入手が可能である。扇状地に立地する米蘭地域では、盛土型灌漑水路を通した掛け流し方式が中心であり、一方、黒河デルタ地域では、事例が

少ない漢代を除くと、西夏・元代の耕地跡は大部分で水盤法が施行されていたことが判明した。このことは、現在の乾燥地域における灌漑方式とそれらの長短に関する情報が、乾燥地における屯田開発あるいは耕地の再開発に際して、長い農耕の歴史を有し、農耕技術に関わる情報が積算されていた関中・中原地域から当該地域に伝えられたことを具体的に示すものと考えられる。

(3) 区田法^{おうでんぽう}

区田法は耐旱・救荒を目的とする集約農法であり、その特徴は「区」と称される窪地を作成して作物を栽培し、集中的に施肥や施水を行う点にある。その特殊な耕作法は、文献（歴史資料）には乾燥地域で実施された記載があるものの、その具体的な実例あるいは痕跡がこれまで報告されていなかった。しかし、黒河下流域緑城付近の QuickBird 画像から、「蜂の巣型パターン（直径 4–5m の円形部と周囲の窪みが密集）」を示す部分が抽出され、1)耕作層の可能性を示す表層土壌断面、2)パターン内表層物質の一部から、*Typha* や *Cyperaceae* などの花粉が相対的に多く抽出、3)2軒の西夏ないし元代の住居址近くに位置、4)地表面付近の有機質層（2件）から、400±40年BP暦年補正のAMS年代測定値が得られた、などの点から、風食を大きく受けているものの、区田法の痕跡と判断した。

(4) 漢代耕地の広がり

当地域で従来未報告の、黒河下流域における最大規模の前漢代囲郭「Bj2008」が抽出された。近傍には、侵食された盛土型灌漑水路跡と比高約 5m に達する泥質な平坦部分からなるヤルダン地形が分布していた。その状況は、西夏・元代の灌漑水路跡と両側に広がる耕地跡に比べ、比高が明確に大きな（後者では 1m 未満）点を除くと、良く類似する。前者の泥質な平坦部分は、前漢代の耕地跡であ

る可能性が高いと推定される。

Bj2008 の北西約 4km 付近の泥質の平坦地には、並行、斜交など多様な数多くの盛土型灌漑水路跡が残存するとともに、各辺の長さが漢代尺（1尺約 23.5cm）の整数倍のものと、西夏ないし元代尺（1尺約 30cm）の整数倍の数値を示す、二種類のサイズが異なる直方体ローラーが確認された。また、漢代と推定される墓が存在した。これらの点から、その付近は、漢代と西夏・元代の複合耕地跡の可能性が指摘される。

(5) Bj2008 囲郭の「発見」と前漢代における居延屯田の開発方式

既述のように、Bj2008 囲郭が黒河下流域旧本流右岸側で確認された。さらに、当該遺跡は、殄北（A1 遺跡）と烽火台として最重要の卅井（P9 遺跡）の両候官をつなぐほぼ線上に位置する。武器庫の甲渠候官（A8 遺跡）を含めて、これら 3 候官がほぼ二等辺三角形に配置され、甲渠候官と卅井候官を結ぶ線が、大まかには、北側のデルタ（農耕の適地）と南側の解析扇状地（放牧が可能）を隔てるものであった。これらの点から、前漢代の居延屯田開発では、まず卅井候官の位置が決められ、3つの候官を含めた主要な施設配置、耕地と放牧地の分離など当時の土地利用・開発が計画的に実施されたことが判明した。

(6) 一辺の長さが 130m 前後の囲郭の意義

Bj2008 囲郭は一辺の長さが約 130m 前後で、K688、K710 両囲郭とほぼ同じで、また囲壁の方向が、ヤルダン地形の方向から示される北西からの強風を角で受ける（吹き分ける）ように設計されていた点で共通する。

前漢代のタリム盆地楼蘭地域には、伊循屯田の設置が知られているものの、その位置は未特定である。楼蘭地域には複数の囲郭が残存するが、その中であって、唯一 LE 囲郭（遺跡）のみが、北東からの強風（カラ・ブラン）

を囲郭の角でほぼ受けるように配置され、他はいずれも囲壁でまともに受けている。LE遺跡は一边が約130mの若干長方形に近い形状であり、QuickBird画像判読によれば、LE遺跡西には、耕地跡の可能性が高い、周囲のヤルダンに比べ比高が小さく、方形に近い平面パターンを示す部分が抽出される。

これらのことから、LE遺跡は前漢代に形成され、文書に記載された伊循屯田に関連する可能性が極めて高いことがうかがわれる。また、前漢代には、囲郭の規模はその用途・役割によりほぼ決まっていた、とされる。そうであれば、大胆に言えば、居延や楼蘭（伊循）などの辺境地域では、一边約130m級囲郭は、前漢代には一定の意味を下に建設された可能性が想定できるのではなかろうか。さらに検討が必要である。

(7) 国際シンポジウムの開催と衛星考古地理学の提唱

2009年2月22日に、中国側研究協力者などを招へいた上で、本研究で得られた成果を公表するとともに多方面からの意見・批判などを受けるために、奈良女子大学で国際シンポジウムを開催した。国内はもとより、中国からも複数の研究者が参加し、「新事実のオンパレードに圧倒された」に代表されるように、肯定的な意見が基本的に多かった。その反面、Geo-Archeology的な調査をさらに取り入れて欲しいなどのコメントも寄せられた。

その際、遺跡を主な対象として、高解像度衛星画像からの情報を基礎に、考古学、文献史学、地理学などの研究者がともに現地調査・検討するという、本共同研究独特の研究スタイルを、種々検討の結果、「衛星考古地理学 (Satellite, Archeological, Historical, and Geography: SAHiG)」として提唱した。さらに、それらの成果を国内外の学会などで

公表した。

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10件)

①SOHMA, H (他5名, 内3名が分担者と連携研究員・研究協力者, 2名が海外研究協力者, 1番目). 《Unreported wall-surrounded ruins and their significance, in the case of the lower reaches of the Heihe River, Inner Mongolia, China》, 《Proceedings of the 14th International Conference of HISTORICAL GEOGRAPHY》, 《Kyoto University Press》, 《査読無》, 《2010》, 《257-258》

②相馬秀麿. 《高解像度衛星画像・文書・現地調査から探る衛星考古地理学—内陸アジアの乾燥地域を例として—》, 《奈良女子大学地理学・地域環境学報告》, 《査読無》, 《VII》, 《2010》. 《95-104》

③相馬秀麿. 《衛星画像利用による沙漠の調査—人文社会科学分野の視点から—》, 《沙漠研究》, 《査読無》, 《第20巻・特別号》, 《2010》. 《26-27》

④高田将志. 《起源の異なる石英の110°C熱ルミネッセンス信号特性—堆積物の供給源推定にむけて—》, 《奈良女子大学地理学・地域環境学報告》, 《査読無》, 《VII》, 《2010》. 《105-112》

⑤井黒忍 (研究協力者). 《区田法実施に見る金・モンゴル時代農業政策の一断面》, 《東洋史研究》, 《査読有》, 《67》, 《2009》, 《1-35》

⑥相馬秀麿 (他4名, 5番目). 《古居延緑洲漢代至西夏渠系影像特征及緑洲環境変遷》, 《第四紀研究(中国)》, 《査読有》, 《29》, 《2009》, 《241-247》

⑦白石典之・相馬秀廣（他 2 名，2 番目）。《モンゴル国フンフレイ遺跡群の調査とその意義—元代「孔古烈倉」の基礎的研究—》，《国立民族学博物館研究報告》，《査読有》，《33》，《2009》，《599-638》

⑧相馬秀廣（他 5 名，内 3 名が分担者・連携研究員・研究拠力者，2 名が海外研究協力者，1 番目）。高解像度衛星画像の歴史学，考古学への貢献—中国乾燥地域における事例を通して—《古代学》，《査読無》，《1》，《2009》，《45-54》

⑨小方登。《ラスター型地理データの分析と表示—mapRaster2 の新機能—》，《地域と環境》，《査読無》，《9》，《2009》，《31-42》

⑩伊藤俊雄。《日本における魏晋期土地制度史研究百年》，《歴史研究》，《査読無》，《45》，《2008》，《109-130》

[学会発表] (計 13 件)

①SOHMA H. 《Environmental changes remained around the ruins in the Northwest China》，《The International Symposium on Combating Desertification in East Asia》，《2011/02/07》，《九州大学》

②井黒忍（研究協力者）。《從内蒙古額濟納旗的蜂窩地形来看的边疆地区历史上的農業土地開發》，《前現代中国的治边实践与边疆社会歴史変遷學術研討会、復旦大学歴史地理研究中心》，《2010 年 10 月 23 日》，《中国上海市》

③相馬秀廣。《衛星考古地理学から探る黒河下流域の遺跡と環境変化》，《最新の額濟納旗考古学》，《2010 年 9 月 12 日》，《中国内モンゴル自治区額濟納旗》

④SOHMA H. 《Bj2008 wall-surrounded ruins and their significance, in the lower reaches of the Heihe River, Inner

Mongolia, China》，《Frontier Archaeology International Conference, at Dong Wuzhumuqin banner》，《2009/07/26》，《Wuliyasi city, Inner Mongolia, China》

⑥相馬秀廣（他 6 名，内 4 名研究分担者・研究協力者，2 名海外研究協力者）。《高解像度衛星画像から発見された新たな遺跡とその意義—中国内モンゴル自治区黒河下流域を例として—》，《日本地理学会 2009 年春季大会》，《2009 年 3 月 29 日》，《帝京大学》

⑦相馬秀廣。《高解像度衛星画像から探る，時代を異にする灌漑水路・耕地遺跡—タリム盆地および周辺地域を例として—》，《平成 20 年度第 3 回東アジア海文明セミナー国際シンポジウム「リモートセンシングと東アジアの環境史の可能性」》，《2008 年 12 月 13 日》，《学習院大学》

⑧相馬秀廣。《中国北西地域の旧農耕地における衛星考古学的研究》，《中国人民大学歴史学院著名研究者招待講演》，《2008 年 10 月 27 日》，《中国北京市中国人民大学》

⑨相馬秀廣。《高解像度衛星画像から探る，時代を異にする灌漑水路・耕地遺跡—タリム盆地および周辺地域を例として—》，《中央大学政策文化総合研究所公開講演会「中央ユーラシア研究の展望：自然科学と人文・社会科学の融合をめざして」・（日本沙漠学会 08 年夏期ミニシンポジウム）》，《2008 年 7 月 24 日》，《中央大学》

⑩相馬秀廣（他 4 名，内 2 名研究分担者，2 名海外研究協力者）。《高解像度衛星画像 Quick Bird からみた内モンゴル黒河下流域の灌漑水路跡・耕地跡—形態的分類を中心として—》，《日本沙漠学会第 19 回学術大会》，《2008 年 5 月 25 日》，《岡山大学》

⑪相馬秀廣。《文系からみるオアシスプロジェクト》。《第一回フィールドリサーチセミ

ナーオアシス研究@熊大フィールドワークに基づく文理融合型研究は可能か?》, 《2008年3月19日》, 《熊本大学》

⑫相馬秀廣 (他4名, 内1名海外研究協力者). 《中国内モンゴル自治区西部, 黒河下流域に分布する囲郭と灌漑水路跡 - Corona 衛星写真判読による抽出とそこに残された環境変化》, 《日本第四紀学会2007年大会》, 《2007年9月1日》. 《神戸大学》

⑬相馬秀廣 (他3名, 内1名研究分担者, 2名海外研究協力者). 《中国内モンゴル西部, 黒河下流域の遺跡に残された環境変化》, 《日本沙漠学会第18回学術大会》, 《国際地球環境学研究所》, 《2007年5月20日》

[図書] (計5件)

①相馬秀廣, 《奈良文化財研究所飛鳥資料館》, 《星々と日月も考古学(3: 衛星考古学の世界)》, 《2011》, 《39(27-34)》

②森谷一樹 (研究協力者), 《勉誠出版》, 《中尾正義編, オアシス地域の歴史と環境 - 黒河が語るヒトと自然の2000年(第1章: 前漢~ 北朝時代の黒河流域 - 農業開発と人々の移動)》, 《2011》, 《273(011-048)》

③相馬秀廣, 古澤 文, 《古今書院》, 《篠田雅人他編, 乾燥地の資源と保全(3章: 変容するオアシス伝統農業)》, 《2010》, 《227(47-54, 58-62)》

④相馬秀廣, 《同成社》, 《白石典之編, チンギス・カンの戒め - モンゴル草原と地球環境問題(III-2: 農業社とともに歩む)》, 《2010》, 《230(184-197)》

⑤相馬秀廣, 《日本第四紀学会》, 《日本第四紀学会編, デジタルブック最新第四紀学(沙漠の環境変化)》, 《2009》, 《CD-ROMのため, 頁数記入できず》

[産業財産権]

○出願状況 (計0件), ○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.nara-wu.ac.jp/bungaku/sges/research.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

相馬 秀廣 (SOHMA HIDEHIRO)

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号: 90196999

(2) 研究分担者

舘野 和巳 (TATENO KAZUMI)

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号: 70171725

高田 将志 (TALADA MASASHI)

奈良女子大学・文学部・教授

研究者番号: 60273827

伊藤 敏雄 (ITO TOSHIO)

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号: 00160740

小方 登 (OGATA NOBORU)

京都大学大学院・地球環境学堂・教授

研究者番号: 30160740

(3) 連携研究者

渡辺 三津子 (WATANABE MITSUKO)

総合地球環境学研究所・プロジェクト研究員

研究者番号: 10423245

(4) 研究協力者 (国内)

井黒 忍 (IGURO SHINOBU)

早稲田大学・高等研究所・助教

研究者番号: 20387971

森谷 一樹 (MORIYA KAZUKI)

大阪樟蔭女子大学・学芸学部・非常勤講師

研究者番号: 80450211

古澤 文 (FURUSAWA FUMI)

奈良女子大学大学院人間文化研究科・特別研究員 (DC2)

研究者番号: 22-10082