

中国内蒙古赤峰巴林左旗遼上京遺跡の遥感考古学的考察

福井工業高等専門学校
田中地質コンサルタント（株）
中国歴史博物館遥感与航空撮影考古中心
内蒙古考古研究所
上海田中地質咨询有限公司
福井工業高等専門学校

○ 西出義明
田中保士
楊 林
塔 拉
張 忠良
辻子裕二

正 員

1. はじめに

広大な領土と長い歴史を有する中華人民共和国，中でも東部に位置する内蒙古自治区赤峰近郊はチンギスハーンに由来した大規模な遺跡群が随所に残されている。しかしながら，国土が広大である等の要因から未発掘地点も多く，さらに，発掘された貴重な遺跡の保存・管理状態は必ずしも良好であるとは言えない。筆者らは内蒙古の巨大な遺跡群の探査および管理を目的として，現地調査の一助となり得るリモートセンシング（遥感）技術を用いた遺跡の形状・規模の把握方法に関する検討を進めている。本論では，2000年3月から4月にかけて赤峰近郊で行った遼上京遺跡（史跡位置：WGS84座標で北緯：約 43° 57′ 54″，東経：約 118° 23′ 35″）の現地調査結果をもとに，衛星データからの遼上京の判読結果およびデテクタを用いた城壁（線成分）の検出結果について報告する。図1から図3は遼上京を撮影した写真（図1は航空写真[1]）である。



図1 遼上京航空写真

図2 遼上京城壁

図3 遼上京北門東側の城壁

表1 使用データとその緒元

Platform	ADEOS	ADEOS	JERS-1	JERS-1
Sensor	AVNIR/Multi	AVNIR/Pan	OPS/VNIR	SAR
Band	1, 2, 3, 4	Panchromatic	1, 2, 3	L
Path-Row	1190-440	1190-440	106-227	106-227
Date	1997.Apr.11	1996.Dec.09	1992.Nov.13	1998.Apr.27
Resolution	About 16m	About 8m	About 20m	About 12m
Remarks	AVM	AVP	OVN	SAR

表2 遼上京の土地被覆と平均 DN との関係

Data	AVM	AVP	OVN	SAR
Band	1,2,3,4	Panchromatic	1,2,3	L
Wall	219	92	144	30
Inside of Wall	218	80	149	27
Road	202	87	135	36
Built-up Area	249	104	175	36

2. 使用データとその概要

本研究で使用した衛星データならびに本論における略称を表1に示す。各データの空間分解能が異なることから，最も解像度の高いAVPを基準に幾何補正を行った。このとき，GCPは20点以上取得し，RMS誤差を1.0画素以下にした。リサンプリングにはCC法を用いた。遼上京近辺を切り出した画像の画素数はAVPで500×500画素である。判読の際には，全画像AVPに合わせて同画素数となるようCC法によって内挿した。なお，SARはレベル2.1を用いており，判読・解析にあたってはNRCS変換式によって8ビットに圧縮した。

3. 衛星データからの判読結果

対象地域内における各衛星データのDN（Digital Number）の平均値を表2に示す。同表から読み取れるように，城壁ならびに城壁内部は同質の材料（土）で被覆されていることからDNの差は僅かであり，単純

なレベルスライスではこれらの抽出が困難である。とくに、判読の良し悪しは必ずしも解像度に依存するものではないことが解った。DN の差は僅かであるが、遼上京がはっきりと確認できた唯一の画像は SAR であった。これを図 4 に示す。

4. 衛星データからの遼上京の城壁検出

現地調査の結果、内蒙古の大規模な遺跡（遼上京、遼中京等）の城壁は直線的な形状が多いことが確認された。このことを利用して城壁の境界検出を試みた。境界検出式として、空間二次微分である Laplacian と morphology に基づく ATM（Alpha Trimmed Multidimensional morphological detector）[2]の 2 式を適用した。ATM では画像座標 (x, y) に対して、次式の $f_{atm}(x, y)$ を出力する。

$$f_{atm}(x, y) = \min \{ f_{dil}(x, y) - f_{clo}(x, y), f_{ope}(x, y) - f_{ero}(x, y) \} \quad (1)$$

ここに、 f_{dil} 、 f_{clo} 、 f_{ope} 、 f_{ero} は、それぞれ原画像 f_{org} のフィルタ k (本研究では 3×3 の Rolling Ball) による dilation, closing, opening, erosion 処理画像である。出力された全画像に対して、画像全体の 2% (5000 画素) が境界に相当する画素であるとして閾値を定め二値化した。この結果、Laplacian (図 5) ではノイズを多く検出してしまい、城壁の北面ならびに西面を良好に検出できたのは AVP に式 (1) を適用した場合 (図 6) のみであった。全画像に対して検出精度を求めた結果を図 7 に示す。

5. まとめ

遼上京は世界的に見ても大規模な城壁を有するが広域な画像からこの形状を判読することは困難を極める。SAR 画像であれば目視で確認できるが、可視近赤外画像を用いる場合には ATM のような方法で効率的に遺跡の状態を監視する方法論の早急な確立が望まれる。

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金（奨励研究（A）, 課題番号：12750487）を受けて行った。また、現地調査は土木学会関西支部平成 12 年度海外派遣の助成を受けて行った。さらに、現地調査では赤峰市および赤峰巴林左旗の文物局関係者に多大な協力をいただいた。以上に関して記して謝意を表する。

<参考文献>

- [1] 楊林: 空中考古-内蒙古東部航空考古記-, 中国国家地理雑誌, No.461, pp.42-51, 1999.
- [2] 河邑眞, 辻子裕二: Landsat/TM データによる河川境界検出に対する多重 Morphology 解析の応用, 写真測量とリモートセンシング, Vol.35, No.5, pp.36-45, 1996.
- [3] 辻子裕二, 田中保士, 楊林, 塔拉, 張忠良: 衛星画像による内蒙古東部(赤峰巴林左旗)遺跡群の探査-その1-現地調査の課題と手法 日本文化財探査学会第 3 回大会研究発表要旨集, pp.2-3, 2000.

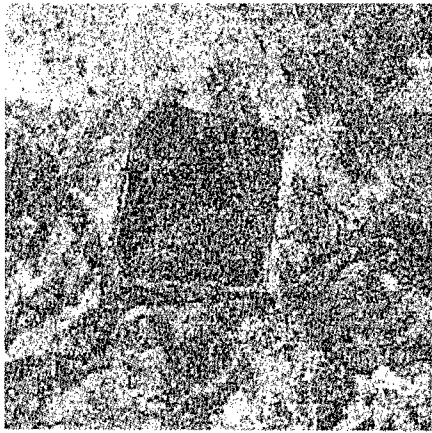


図 4 対象地域の SAR 画像

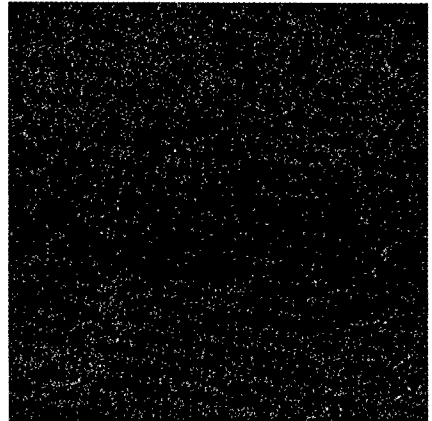


図 5 AVP に Laplacian を適用した結果

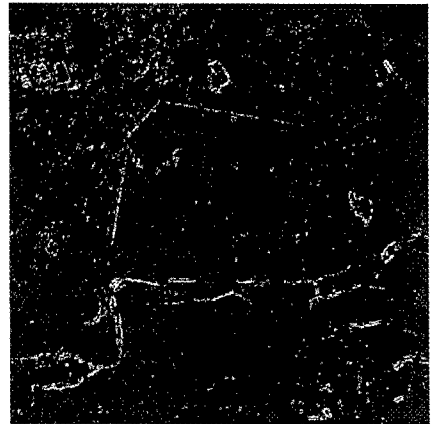


図 6 AVP に ATM を適用した結果

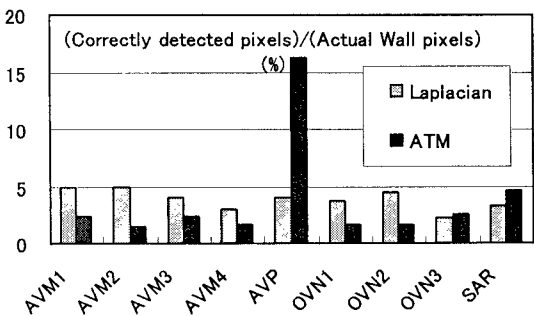
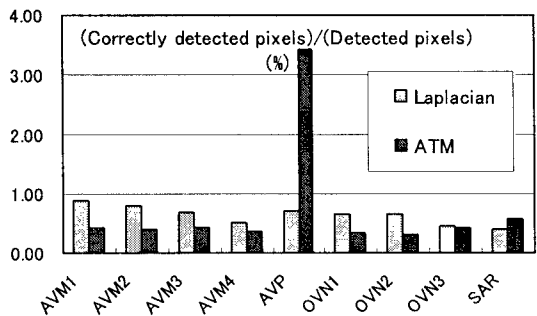


図 7 検出精度の比較 (左: 正解画素/検出画素 (%), 右: 正解画素/城壁画素 (%))