

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3— ～城壁の劣化監視の可能性について～

○吉田達哉(福井高専専攻科), 辻子裕二(福井高専), 田中保士(株式会社地質コンサルタント), 楊林(中国国家博物館遥感与航空摄影考古中心), 塔拉(内蒙古文物考古研究所)

1. 研究の経緯と本研究目的

筆者らは、2000年に実施した内蒙古東部の現地調査に関し、その方法及び成果を本論と同題目—その1—¹⁾で示した。同題目—その2—²⁾では、調査を実施した遼上京を対象に、衛星画像を用いて城壁検出を実施しその精度を評価した。加えて、土構造物の劣化過程を衛星画像から持続的にモニタリングする上での実験的研究成果³⁾について示した。この成果(図1)はALOS/AVNIR2の利用を想定したシミュレーションに至り、可視光(赤)による劣化診断の有用性に言及している。以上を踏まえ、本報では2004年に実施した現地調査結果⁴⁾に基づき、衛星画像から内蒙古自治区内を東西に伸びる金代の城壁の継続的モニタリングに関する可能性を整理するものである。

2. 対象とする長城の概要

調査対象とした金代の城壁は、金界壕や金の長城とも呼ばれており、金史には天眷元年(1138年)にすでに東北路泰州(現在吉林省洮南市東)において建造されていたとある。この城壁は全て土構造であり、付近で採取された材料(土)を用いて築かれた。そのため、城壁と周辺の色調や肌理はほぼ等しい。壁の幅は2~14m、高さ4~5mで、壕の幅は2~6mであった。現在は風化による城壁の劣化に加え、道路建設等による破壊が進んでいる(図2)。なお、中国では第9期全人代常務委員会第30次会議(2002年)において文物保護法改正草案が可決され、盗掘等の文物の破壊・破損行為が厳しく制限されている。

3. 解析対象地域及び使用データ

2004年に実施した内蒙古東部現地調査は、主として赤峰巴林左旗林東より北西約60kmに位置する城壁(WGS84座標で北緯:約44°23'35", 東経:約118°54'55")を対象とした。図3は対象地域に

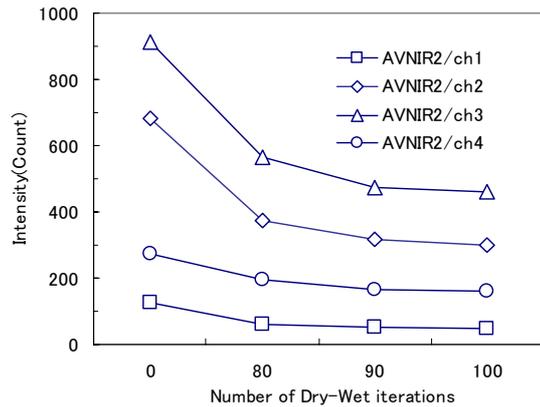


図1 ALOS/AVNIR2を想定した劣化によるスペクトル変化シミュレーション結果(横軸:乾湿繰返し回数)



図2 城壁を分断する道路

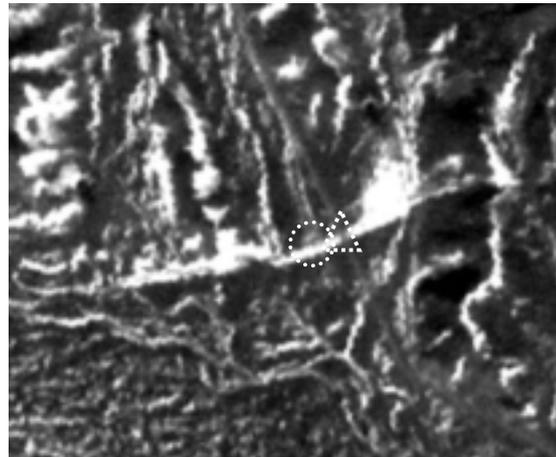


図3 ADEOS AVNIR/Pan.画像(1996/12/19)
○の中心部が2004年調査地点
△の中心部が道路建設による城壁欠損部分

表 1 解析に用いた人工衛星画像

プラットフォーム	LANDSAT-7	LANDSAT-7	JERS-1	JERS-1	ADEOS	ADEOS	ADEOS	ADEOS
センサ	ETM+	ETM+	OPS/VNIR	OPS/VNIR	AVNIR/Multi	AVNIR/Multi	AVNIR/Pan	AVNIR/Pan
Path - Row	123 - 29	123 - 29	107 - 226	107 - 226	1190 - 440	1195 - 445	1190 - 440	1195 - 445
観測日	2000/5/16	2002/3/3	1996/6/3	1996/6/3	1997/4/11	1997/4/11	1996/12/9	1996/12/9
解像度(約)	30,60,15m	30,60,15m	20m	20m	16m	16m	8m	8m
備考	ETM+①	ETM+②	OVN①	OVN②	AVM①	AVM②	AVP①	AVP②

おける衛星画像の一例である。表 1 は解析に用いた衛星画像の一覧である。

4. 解析結果ならびに考察

以下では、①城壁欠損(分断)部分の判読による城壁の形状変化検出の可能性、②城壁断面のスペクトル変化を判断材料とした劣化診断の可能性、の 2 点についての検討結果を示す。

(1) 城壁の形状変化検出の可能性

表 1 に示される全てのバンドについて、判読によって城壁欠損部分の検出可能性について調べた。結果、幅約 16m の城壁に対し空間分解能が約 8m の ADEOS AVNIR/Pan. 以外では欠損部分の判読が不可能であった。同程度の幅員を有し同質の材料である道路(線状成分)は、自動車の通行による土粒子の細粒化が推測され、ETM+程度の解像度であっても周辺と比べスペクトル変化が顕著であった。

(2) 劣化診断の可能性

図 4 は、調査地点の城壁断面に対して FEM による安定解析を行った結果である。この結果と現地において測定した地盤強度との間には強い相関が確認された。図 5 は城壁の頂部を原点とした ADEOS AVNIR/Pan. の DN 分布を示したものであるが、実際の城壁よりも DN の凸の幅が大きく、現地調査結果及び FEM 解析結果と分布系が一致しない。劣化診断に対しては、8m の空間分解能では不十分であると判断できる。

【謝辞】 本研究の遂行にあたっては、中国国家博物館、内蒙古文物調査研究所、中国科学院遥感応用研究所、陝西省考古研究所、上海田中地質咨询有限公司他の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 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.
- 2) 辻子裕二, 田中保士, 楊林, 塔拉, 張忠良, 大坂英之, 西出義明: 衛星画像による内蒙古東部遺跡群の探査—その2—遼上京城壁の分光反射特性とその検出手法, 日本文化財探査学会第 4 回大会研究発表要旨集, pp.10-11, 2001.
- 3) 辻子裕二, 田中保士, 深井亮太, 大坂英之, 楊林, 塔拉, 張忠良: 遺跡地盤の劣化過程と分光反射強度との関係についての一考察, 写真測量学会平成 13 年度年次学術講演会講演概要集, pp.205-210, 2001.
- 4) Yang Lin, Yuji TSUJIKO and Yasushi TANAKA, China-Japan Joint Field Investigation Report of Environmental Remote Sensing for Archaeology in Inner Mongolia, Proc. of International Conference on Remote Sensing Archaeology, 2004.

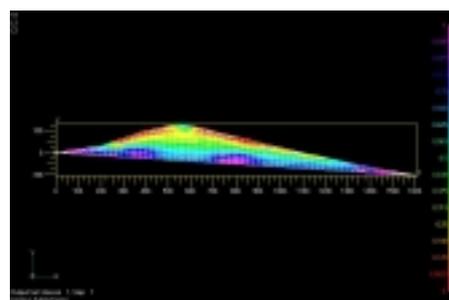
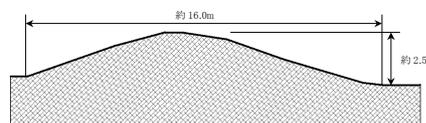


図 4 城壁の断面と安定解析結果(左側が北)

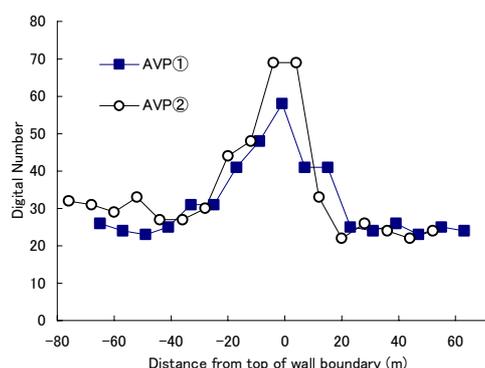


図 5 城壁断面の AVNIR/Pan. の DN 変化 (横軸は城壁頂部を原点としている)

現段階では一時期の解析であるため、複数時期の画像を用いての DN の推移とともに劣化診断の可能性を再検討する必要がある。今後は 2005 年打ち上げ予定の ALOS を用いた解析を予定している。