

Corona 衛星写真を利用した遺跡の調査

相馬 秀廣（奈良女子大学文学部）

1. はじめに

遺跡を上空から観察することは、その詳細状況および全体的特徴の把握に加えて、周辺を含めたより広い範囲の立地環境などを理解する上で、不可欠である。上空からの観察には、一般に、空中写真が利用される。しかし、海外においては、入手の手続きが煩雑で、入手自体が公式には困難な国・地域も少なくない。

ところで、1995年にUSGS(アメリカ地質調査所)から公開されたCorona衛星写真は、東西冷戦時代の主に1960年代に、東側諸国を中心に、いわば空中写真が入手しにくいあるいは観ること自体が難しい国・地域を対象に撮影されたものである。2003年11月現在、1972年(この年からLANDSAT MSSデータが公開されている)撮影のものまでが公開されている。そのうち、KH-4Aシリーズでは、縮尺約1/30万、撮影範囲は幅約17km、長さ約232km、最大地上解像度が約2-3mでしかも前方視および後方視の写真から立体視が可能であり、KH-4Bシリーズでは、縮尺約1/25万で、撮影範囲は幅約14km、長さ約190kmである(表1)。ホームページ(<http://edcns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>)での検索・クイックルック・購入が可能であり、1シーンがフィルム形式で購入する場合18US\$と他の衛星データなどに比べて安価であるなどの特徴があり、これらの点も魅力である。今回の発表では、モンゴルおよび西域などに分布する遺跡について、主にそれらの立地条件に着目したCorona衛星写真による解析例を紹介する。

表1 衛星写真・空中写真・一般的な衛星画像

Data Format	Satellite	Scale	Ground Coverage (km)	Best Ground Resolution	Stereo Coverage
Analog	CORONA : KH-4A	1:305,000	17 × 232	2.7m	
	CORONA : KH-4B	1:247,000	14 × 189	1.8m	
	GAMBIT : KH-7	unknown		0.6-1.2m	
	Aerial Photograph*	1:10,000	1.8 × 1.8	20 cm	
			2.3 × 2.3		
Aerial Photograph*	1:20,000	3.6 × 3.6	40 cm		
		4.6 × 4.6			
Digital	LANDSAT MSS		185 × 170	80 m	×
	LANDSAT TM			30 m	×
	SPOT HRV-XS		60 × 60	20 m	×
	SPOT HRV-P			10 m	
	ASTER VNIR		60 × 60	15m	

2. Corona 衛星写真のデジタル化

Corona 衛星写真は、基本的には白黒フィルムであり(ごく一部、カラーフィルムもある)、ポジフィルムおよびネガフィルム、さらに密着プリント形式(こちらは1シーンが14US\$)での入手が可能である。遺跡調査などのように、狭い範囲を対象とした高倍率のプリントアウトが必要な場合には、フィルム形式で Corona 衛星写真を入手し、それを拡大する方法が便利である。ネガフィルムを購入し自ら焼き付ける(熊原・中田：2000)ことも可能であるが、後述のように、判読結果などを画像へ記入するなどの付加価値をつけやすい点から、ここではポジフィルムをデジタル化した利用例を紹介する。

・直接判読

入手したポジフィルム(発注から1ヶ月程度で入手可能)は、まず、投射台あるいはライトボックス上で、最大倍率16倍の目盛りつきズーム型ルーペを用いて直接判読する。ルーペに刻まれた目盛りを利用すると、フィルム上で最小約30mの単位で地物を計測することが可能であり、さらに、目分量を加味すると、精度は低下するものの、最大5ないし10m程度を単位とした計測も可能である。

2台の同型ルーペを用いると、「直接立体視判読」も可能である。直接立体視判読で得られる情報量は、感覚的には、単独写真の場合に比べて2倍をはるかに超える(ただし、これは疲れる作業でもある)。作業手順としては、直接立体視判読の後、ルーペの目盛りを用いて対象物のサイズなどを、フィルム上で計測する方法が便利である。

・デジタル化

次は、フィルムのデジタル化である。フィルム自体の解像度および作業の容易さなどから、解像度3000dpi程度でスキャナー(UMAX社 PowerLook：現在日本では販売中止)で読み込み、アナログ写真をデジタル画像に変換する。一度に読み込む範囲はフィルムサイズに合わせると、高さが最大約6cmで、幅は約6-9cmである。ちなみに、この範囲を3000dpiで読み込みと60MBを超える画像容量となり、パソコンでは処理速度がやや低下する。もちろん、さらに狭い範囲をより大きな解像度で読み込むことも可能である。反対に、幅広い範囲を読み込む場合(例えば、フィルム上約20cm、実際には約61km)には、解像度を300dpi程度に落とすと、作業がスムーズに進む。なお、厳密に言えば、Corona 衛星写真のKH-4Aシリーズでは、3500dpiで読み込むと、フィルム解像度とデジタル化による解像度がほぼ近い値を示す(渡邊, 2002)。

デジタル化した画像は、画像解析ソフト Adobe 社 Photoshop を利用して処理・解析する。一般には、「レベル補正」、「シャープ」、あるいは「コントラスト・明るさ」などの機能を利用して、判読しやすいあるいは必要とする「適切画像」に変更する。この適切画像には、もちろん、判読結果を自由に書き込むことが可能である。この点において、Corona 衛星写真フィルムのデジタル画像は、ネガフィルムを利用した直接焼付けに比べ、はるかに有効である。

さらに、肉眼立体視の技術を必要とするものの、Photoshop などのソフトを用いると、一組の前方視デジタル画像と後方視デジタル画像を利用して、モニター上で立体視(「モニター立体視画像」)が可能である。モニター立体視では、プリンターの能力に規定されてし

まうプリントアウト画像を立体視する場合に比べて、より拡大した画像での判読が可能である。すなわち、より詳細な、感覚的には、フィルム解像度に近い精度での判読がなされているものと推定される。また、モニター立体視の段階で画像上に判読結果を記入すると、プリントアウトの場合に比べて、移写に伴うズレ・誤差などを大幅に縮小することが可能である。

・拡大接写 - デジタル化

モニター立体視などで得られた詳細な情報を、画像あるいはプリントアウトとして表現する場合には、ポジフィルムをアナログカメラで拡大接写し (MINOLTA AF LENS : MACRO ZOOM 3X-1X F1.7-2.8 を利用), そのポジフィルムを上記スキャナーでデジタル化する方法 (「拡大接写デジタル化法」) が有効である。渡邊(2002)によれば、拡大接写デジタル化法による画像では、少なくとも 5m 程度のものが十分に識別可能である。

3. 事例の紹介

具体的な解析例として、モンゴルのカラ・バルガスン (図1), ハラホリン, ホショーツアイダム, 内モンゴル自治区のカラホト, 新疆ウイグル自治区の米蘭, 楼蘭 (LE, LK), トルファン盆地の交河故城, 高昌故城, 柳中故城 (図2), カレーズなどを紹介する。

引用文献・参考文献

- 磯部邦明・山本哲司・杉村俊郎 (1999): 米国・ロシアの高分解能偵察衛星写真の利用の試み。写真測量とリモートセンシング, 38-1, 22-24。
- 熊原康博・中田 高 (2000): 発展途上国における米国軍事偵察衛星写真の地形学的研究への応用。地誌研年報 (広島大学総合地誌研究資料センター), 9, 129-155。
- 小方 登・高田将志・相馬秀廣 (1998): 自然地理学・人文地理学における米国偵察衛星写真の応用。日本地理学会発表要旨集, 53, 402-403。
- 小方 登 (2000): 衛星写真を利用した渤海都城プランの研究。人文地理, 52(2), 19-38。
- 千田 稔・小方 登 (1999): 『衛星画像による東アジアの都城の復元に関する歴史地理学的研究』。平成 8 - 10 年度科学研究費成果報告書 (研究代表者: 千田 稔)。
- 相馬秀廣(1999a): CORONA 衛星写真からみたウズン・タティ付近 - 西域南道扞弥国とのかかわり。国立歴史民俗博物館研究報告, 81, 227-245。
- 相馬秀廣(1999b): 衛星写真からみたシルクロード - 遺跡とオアシス - 。『三蔵法師・玄奘のシルクロード“風土と足跡”』, シルクロード・奈良国際シンポジウム記録集, 4, 55-68。
- 相馬秀廣(2000): トルファンの盆地の遺跡の立地条件 - CORONA 衛星写真の判読を中心として - 。シルクロード学研究, 8, 37-78。
- 相馬秀廣編 (2002): 『高解像度の衛星画像・衛星写真を用いた環境変化の解析』。平成 11 - 13 年度科学研究費成果報告書 (研究代表者: 相馬秀廣)。
- 渡邊三津子(2002): CORONA 衛星写真ポジフィルムのデジタル化による利用とその有効性 - 中国トルファン盆地の活断層と遺跡を例に - 。地学雑誌, 111-5, 759-773。