

○ 法政大学工学部 正会員 大嶋太市
 芝浦工業大学 中沢重久

§1. まえがき

情報社会に適應するために、地図の利用は新しい転換期にきているという事ができる。航空写真のもっている豊富な情報量をそのまゝ生かして、中心投影である写真と正射投影の写真に変換する機械の出現により、日本ではこの数年オオルソトマップ（正射写真図）が出現し注目されている。オオルソトという言葉が広く使われるようになったのはごく最近のことであるが、中心投影である写真から地図と同じ正射投影の写真を作ろうという試みは古くから行なわれている。これは一種の偏位修正であり、オオルソトの起源は F. Scheinplug (1908) にまで遡ることができる。勿論偏位修正機ではカメラの傾きによる変曲の補正が行なわれるだけであるから比高のある所では比高によるズレの補正を行なわねばならない。近似的な正射投影変換機の出現（たのほ、1964年西條のツアイス Gigas 教授の提案にもとづいて製作された新しいオオルソプロジェクト GZ-1 の開発が最初でこれはプラニグラフ投影器を使ったもので明るい光を使い、しかも露光面と像を接させるために余色方式に比べはるかに質のよい写真が得られる。この GZ-1 の出現により、オオルソトは実用化に向けて大きく一歩踏み出し、同じ 1964 年東独のツアイス・イエナは Weibrecht 氏の提案で偏位修正機を図式機と組合せたタイプのアオルソプロジェクトを開発した。その後ケルシュタイプのオオルソト変換機として、フランスのマトラ社がスホムオオルソトグラフとスウィス・ウィルド社がいわゆる簡易図式方式ともよべき方式による PPO-8 を開発カナダのゲスタルト社が新しい方式のオオルソトマップ（GPM）を発表し、日本でもオオルソトマップは徐々に定着し始めており、その利用も広まってきた。

§2. 正射写真の分類

前述したように空中写真の中に含まれている豊富な情報量と、傾きと高さによる像のズレを修正して地図と同じ正射写真に変換し、その上に等高線、注記、記号等を加えた地図として利用し易くしたものが正射写真図であるがこれを分類すると表-1 のようになる。略修正写真や厳密修正写真は比較的平坦な地域に使用が限定されるが、正射写真図では、中心投影線である空中写真と局所的に修正するので正確な地形図として使用できる上に豊富な写真情報を直接使用者がその計画や調査作業に専門的な見地から眼でみなすことができる特徴をもっている。

写真図種別	作製方式	使用機械	製作方法
略修正写真図	略修正式	露光プロジェクター	露光又は投影機で空中写真とセリフで製作
厳密修正写真図	プロジェクター	偏位修正機	空中写真の位置と標高の既知点をもとにカメラの位置のズレを修正、製作
正射写真図 (オオルソトマップ)	等角投影式 偏位修正式 正射投影変換機	偏位修正機 正射投影変換機	偏位修正機で写真集約局中心点をもとにカメラの位置のズレを修正、製作 正射投影変換機で正射投影変換機に空中写真を投影し、投影機で修正、製作

表-1. 写真図の分類

正射写真と作製するためには正射変換投影機が必要である。現在までわが国に導入された正射変換投影機は表-2 の通りである。

正射写真と作製する方法はシュデフスキー教授は次のように分類している。1. 点毎に偏位修正する方法、2. 面毎に偏位修正する方法、3. 帯状に偏位修正する方法、4. ストリップ法、現在の正射写真の主流となるストリップ法には、

正射変換投影機名	製作会社	図式機
オオルソトプロジェクト GZ-1	カールツアイス (西独)	プラニグラフ C8. プラニマト
トポカルト B オオルソト	カールツアイス (東独)	トポカルト
PPO-8 オオルソト	ウィルド (スイス)	ステリアグラフ A-1
スホムオオルソトグラフ	マトラ (フランス)	ケルシュタイプ
G. P. M.	ゲスタルト (カナダ)	

表-2. 正射変換投影機一覧

(1). 光学的方法 (2). 電子的方法 とがある。

§3. わが国における正射写真の研究と利用

日本に GZ-1 のオオルソトプロジェクトが開発されたのは 1969 年。A7 オートグラフに接続して使われた、然しこれより前 1967 年にケルシュ・プロジェクトを使って等角投影帯でオオルソトを作製する研究が建設省国土地理院で行なわれていた。1971 年に 2 台目の GZ-1 が入り、同じ年にトポカルトのオオルソトオートグラフが輸入され、日本におけるオオルソトの基礎的な研究と実験がなされた。日本におけるオオルソトの利用の最初は 1962 年民有林第一期地域森林計量調査の基礎資料として、

写真図(縮尺 $1/5000$)作製が計算されたのが最初で、これは等角線方式で1972年まで続けられたが精度が比較的低く、森林計画樹木の基礎資料としては十分でなかった。1968年と69年にGZ-1による写真図作製テストが林野庁計画課の指導のもとで宮城県で実施されている。これにはSG-1(地形断面読取装置)とLG-1(地形断面読取装置)を使用してオンラインシステムでこなされた。1971年夏航空測量隊球11社の協業合理化の形でオルソトメジャーが設立され、全国の各会社に亦有する1級図式機はSG-1を媒介として同センターに設置されたGZ-1とオンラインシステムで連結され、正射写真図作製作業がここで本格的に実験段階より実作業の段階に入ったといえる。経済企画庁(現在国土庁)国土調査課では1971年にGZ-1システムによる写真図作製法を地籍測量に適用するための実験調査を実施し、1972年に現用法による地籍測量作業実施要綱を定めてGZ-1システムによる地籍細部測量を定めた。建設省国土地理院では1964年から国土基本図整備事業の一環として写真図の作製に着手しているが、1973年以降は全面的に微分偏位修正方式により拡大縮尺写真図の作製を行っている。

5.4. 正射写真の精度 正射写真の精度についての研究

は色々の所でなされているその中の代表的なものは、

4-1 カール・ツァイス オルソプロジェクター

正射写真と精密な地上測量値との座標値の比較結果表-3に示す。

正射写真は微小変位修正法で図像モデルを幾本かの平行ストリップに分け、各ストリップ毎に投影、縮尺の変換をこなす。そのストリップ中(すなわちスリット中)での精度も異なりスリット中 2mm , 4mm , 6mm の3種差について正射写真精度表-4に示す。

4-2 トポカルト・オルソトメ・オログラフ

25モデルのオルソトメによって1モデル当たり平均42英と述べて空三再測量で座標を算出した任意の3~4英でオルソトメを標定(座標値)の目盛で座標を讀みとり空三の値と比較して精度を調べた。表-5はその結果を示す。

4-3 GPMオルソトメ 空中写真縮尺 $1/8000$ GPM

方式で $1/8000$ のオルソトメが作製し、 $1/5000$ に偏位修正機で拡大(アプミゼン)に投影した写真上の英によってジョジメーターと T_2 基準差測量をおこなった座標値と比較した。

5.5. 正射写真の経済性 正射写真作業は野外作業が省省

で、室内作業でエジットの工程がなく製図作業も注記及び整飾で手間が大巾に省ける。 $1/1000$ の正射写真をつくる作業を一般航測図と比較し 10km^2 の一般航測図が1045人日に対して正射写真352人日と約 $1/3$ 、 $1/5000$ 30km^2 では216人日に対して122人日と約 $1/8$ と大巾に人手が省けている。国土地理院で実際に実験して正射写真と航測図所要人日と比較した結果、173人日に対して157人日と約 $1/8$ 減じた。このことは年々増加する人口密度増大に対するオルソトメの果たす役割の大きさを示している。

5.6. おわりに

正射写真は今後、使用者がその使い方がわかると需要も増えと見られ、今後の内題は1)空中写真の撮影条件が重要で空中での煙霧の障害が写真の質に影響を及ぼす。成果を上げようとして多くの反転逆射作業をくりかえすので解像力が減少する。従って撮影から仕上げまで写真工程一貫した技術の選択が要求される。2)燃料による影像の障害をどうする。機械、機構、性能、地形条件によって像の重複、流しの現象を生ずるのでこれを最小限にいくとめるよう工夫する必要がある。要するに各機械の性能と内容十分に検討ロスとなく、安定した精度を保つための努力をする事が大切で今後正射写真を使い発展させるためには一般の誤差の問題も含めて今後更に機械実験からどのような作業内容について今後研究すべき課題は多い。

(参考文献) 1)写真情報とその利用 写真学会誌36巻1号2号、大塚太市、2)至浦工研究報告(29)、中込重夫、大塚太市。

表-3

	空中写真縮尺	正射写真縮尺	テスト数	平均座標誤差
A地方(山地)	$1/7,000$	$1/2,500$	184	$\pm 5.62\text{cm}$
B地方(山地)	$1/10,000$	$1/2,500$	85	$\pm 5.40\text{cm}$
C地方(丘陵地)	$1/6,000$	$1/1,000$	167	$\pm 27.3\text{cm}$

表-4 正射写真のスリット差による誤差

スリット中	縮尺 $1/1000$ (山地)	縮尺 $1/5000$ (山地)
2mm	18.2 cm	38.0 cm
4mm	20.6 ..	47.1 ..
6mm	21.7 ..	64.6 ..

表-5 トポカルト正射写真の精度

写真縮尺	正射写真縮尺	地目	傾斜	距離	精度	スリット中
$1/2,200$	$1/500$	水田	平坦	14cm	38cm	8mm
$1/5,000$	$1/2,000$	水田	"	41	85	"
$1/6,200$	$1/2,000$	水田と山林	急	62	128	"
$1/12,000$	$1/4,000$	村落と山林	普通	110	207	4
$1/22,000$	$1/5,000$	山林	比高差	130	298	"
$1/22,000$	$1/5,000$	耕地と山林	比高差	350	84	211

	座標比較(47英)	辺長比較(1000英)
座標誤差	平均37cm 最大78cm	平均14cm 最大32cm
正射写真上	" 0.15mm " 0.31mm	" 0.06mm " 0.13mm
ジョジメータ上	" 0.046mm " 0.10	" 0.018 " " 0.04