

# 大地測量에 있어서 投影法에 의한 座標變換의 研究

## Study on the Coordinate Transformation by Means of Projection in Geodetic Surveying

崔 哲 淳\*  
Choi, Chul Soon

### Abstract

The coordinates of triangulation stations which has been used in Korea, were computed by means of the Gauss Conformal Double Projection in the 1910's. This projection has been considered as a problem in respect of accuracy, because the farther a station is from the origin, the larger the computational error becomes.

In this paper, the Gauss Conformal Double Projection is compared with the T.M(Transverse Metcator) Projection which is widely used in many countries. In T.M projection method more accurate ground coordinates are obtained. This paper has an objective to improve the accuracy of public surveying by using the method presented in this paper.

### 要 旨

本 研究에서는 지금까지 이용해온 가우스 相似二重投影法과 세계적으로 널리 사용되고 있는 橫메르카토르 投影法을 比較分析함으로써 보다 精確한 大地測量座標를 제시하여 公共測量的 正確度 향상 및 國家基準點으로서의 역할을 다하고자 하는데 그 目的이 있다.

우리 나라는 1910 년대에 朝鮮總督部가 朝鮮土地調查事業의 일환으로 계획되고 시행한 三角測量의 계산에 가우스 相似二重投影法이 사용되었으나, 계산당시 手計算에 의존하였으므로 계산상의 誤差가 포함되었을 뿐만 아니라 投影法이 갖는 歪曲誤差도 포함되어 正確度面에서 문제가 되어 왔다. 따라서, 橫메르카토르 投影法과 比較분석하여 誤差分布를 고찰하고 橫메르카토르 投影法을 도입하여 三角點座標를 계산할 경우 기대되는 誤差 향상도 및 公共測量的 計容誤差範圍를 고려한 原點의 적용범위를 比較분석하였다.

### 1. 序 論

大地測量座標變換을 위한 投影法은 性質과 投影面에 따라 여러 가지 投影法으로 분류되지만,

三角點 座標變換에서는 等角投影法과 圓筒投影法이 주류를 이루고 있다. 우리나라는 大地測量座標變換에 가우스 相似二重投影法이 이용되었으나 原點에서 멀어질수록 測地線歪曲이 큰 것으로 나타났다. 따라서, 本 研究는 1927 년 독일의

\* 正會員・關東大學 助教授, 工學部 土木工學科

서 적용되었고, 지금은 세계적으로 널리 이용되고 있는 橫베르카르트 投影法을 도입하여 비교 분석함으로써 보다 正確한 大地測量座標를 제시하는데 目的이 있다.

## 2. 大地測量座標系

### 2.1 回轉橢圓體面

좁은 地域에서의 大地測量座標變換인 경우에는 地表를 球面이라고 가정하여 投影하여도 무관하지만, 넓은 地域에 걸친 大地測量座標變換은 地表를 回轉橢圓體面으로 考慮해야 한다.

그림 1에서  $AP=N$ 은  $P(r, z)$ 에 대한 子午線橢圓의 法線이며, 子午線 橢圓方程式은 다음과 같다.

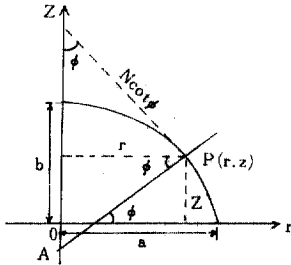


그림 1. 子午線橢圓

$$\frac{r^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1 \quad (1)$$

$$a^2(1-e^2)r^2 + a^2z^2 = a^2 \cdot a^2(1-e^2) \quad (2)$$

$$\text{단, } e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

式 (2)를 微分하여 整理하면

$$2r(1-e^2) + 2z \frac{dz}{dr} = 0$$

$$\therefore \frac{dz}{dr} = -\frac{r}{z}(1-e^2) \quad (3)$$

이다<sup>(1,2)</sup>. P에 있어서 法線의 기울기는 接線기울기의 역수로서 부호가 반대이기 때문에

$$\tan \phi = \frac{z}{r(1-e^2)} \quad (4)$$

가 된다. 式 (4)를 子午線橢圓 方程式에 代入하면 r이 계산된다.

$$r = \frac{a \cos \phi}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi}} = N \cos \phi \quad (5)$$

### 1) 回轉橢圓面의 法曲率主半徑

式 (5)로부터

$$N = a / \sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi} \quad (6)$$

이 되며,

子午線橢圓의 曲率半徑 (R)은 平面曲線의 曲率半徑公式으로부터 구할 수 있다.

$$R = \frac{a(1-e^2) \sin \phi \operatorname{cosec}^3 \phi}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi} (\cos^2 \phi - e^2)} \\ = \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 \phi)^3}} \quad (7)$$

2) 回轉橢圓面으로부터 平面에의 等角投影 曲面이 平面上에 等角投影되기 위한 條件은

$dS_1^2 = m(dt^2 + d\lambda^2)$ 이며,

回轉橢圓面의 線要素는

$$dS^2 = N^2 \cos^2 \phi \left( \frac{R^2}{N^2} \sec^2 \phi d\phi^2 + d\lambda^2 \right) \quad (8)$$

이고 式 (8)로부터,

$$dS_2^2 = N^2 \cos^2 \phi \left( \frac{R^2}{N^2} \sec^2 \phi d\phi^2 + d\lambda^2 \right) \quad (9)$$

이 된다. 여기서  $d\tau = \frac{R}{N} \sec \phi d\phi$ ,  $m = N^2 \cos^2 \phi$

이다. 또한 等角投影公式으로부터

$$dS_1^2 = dx^2 + dy^2 = f'(\lambda - i\tau) f'(\lambda + i\tau) \\ (dx^2 + d\lambda^2) \quad (10)$$

이며, 式 (9)와 式 (10)에 의해

$$\frac{dS_1^2}{dS_2^2} = \frac{f'(\lambda - i\tau) f'(\lambda + i\tau)}{N^2 \cos^2 \phi} \quad (11)$$

이 되며, 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$x + iy = f(\lambda + i\tau) \quad (12)$$

$$\tau = \int_0^\phi \frac{R}{N} \cos \phi d\phi = \log \left[ \left[ \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \right] \cdot \left( \frac{1 - e \sin \phi}{1 + e \sin \phi} \right)^{e/2} \right] \quad (13)$$

### 2.2 測量座標系의 要素

#### 1) 經線과 緯線의 曲率

平面曲率의 曲率을 구하는 일반식은 다음과 같이

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2y/dx^2}{[1 + (dy/dx)^2]^{3/2}} \quad (14)$$

이며, 式 (14)를 매개변수의 函數로 變形하여 偏微分係數로 치환하면 經線에 의한 式이 된다<sup>(3,4)</sup>.

$$\frac{1}{R_1} = \frac{\frac{\partial x}{\partial \lambda} \frac{\partial^2 y}{\partial \lambda^2} - \frac{\partial y}{\partial \lambda} \frac{\partial^2 x}{\partial \lambda^2}}{\left[ \left( \frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right]^{3/2}}$$

$$= \frac{1}{G^{3/2}} \left( \frac{\partial x}{\partial z} \frac{\partial^2 y}{\partial z^2} - \frac{\partial y}{\partial z} \frac{\partial^2 x}{\partial z^2} \right) \quad (15)$$

式 (15)를 다시 정리하면 等角投影에서 投影된 經線 및 緯線의 曲率은

$$\frac{1}{R_i} = -\frac{\partial G^{-1/2}}{\partial \lambda},$$

$$\frac{1}{R_i} = -\frac{\partial G^{-1/2}}{\partial x} = \frac{\partial G^{-1/2}}{\partial \phi} \frac{d\phi}{dx} \quad (16)$$

이다.

### 2) 經線에 대한 子午線收差角

地圖上에서 한 점을 지나는 經線의 子午線收差角은 그 점에 있어서 經線의 接線과  $y$ 軸이 이루는 線의 接線이  $x$ 軸과 이루는 角과 같다<sup>(2,5)</sup>.

$\alpha=0^\circ$ ,  $\alpha=90^\circ$  일 때 子午線收差角 ( $r$ )는 다음과 같다.

$$\tan r = \frac{\partial y / \partial z}{\partial x / \partial z} = \frac{\partial y / \partial \lambda}{\partial x / \partial \lambda} = dy/dx \quad (17)$$

### 2.3 메르카토르 投影法

앞의 2절에서 서술한 이론을 이용하여 地表上的 點을 平面으로 座標變換하는 수식을 유도하면 결과식은 다음과 같이 된다.

#### 1) 가우스 相似二重投影法

가우스 相似二重投影法은 地理的 緯度 ( $B$ )와 經度 ( $L$ )를 球體上的 緯度 ( $b$ )와 經度 ( $l$ )로 변환한 다음, 이것으로부터 球面座標 ( $X, Y$ )를 구하고 平面直交座標 ( $x, y$ )로 변환한다.

$$x = X$$

$$y = r_0 \ln [\cos(Y/r_0) / \{1 - \sin(Y/r_0)\}] \quad (18)$$

여기서

$$r_0 = a \sqrt{1 - e^2} / (1 - e^2 \sin^2 B_0)$$

이며,  $e$ 는 地球橢圓體의 偏平率이며,  $B_0$ 는 平面直交座標 原點의 地理的 緯度이고,  $a$ 는 長半徑이다<sup>(6)</sup>.

#### 2) 橫메르카토르 投影法

橫메르카토르 投影法에서는 縮尺이 中央經線上에서  $\lambda=0$ 일 때  $x=0$ 이므로 解析函數를  $x+iy=f(\lambda+i\tau)$ 라고 하면 다음 式이 成立한다.

$$\tau = \int_0^\phi \frac{R}{N} \sec \phi, \quad iy = f(i\tau) = iS_\phi \quad (19)$$

여기서  $S_\phi$ 는 赤道에서 緯度  $\phi$ 까지의 回轉橢圓面上的 子午線 弧長이다<sup>(7,8)</sup>.

$$S_\phi = \int_0^\phi R d\phi = \int_0^\phi N \cos \phi d\tau = f(\tau) \quad (20)$$

$x+iy=f(\lambda+i\tau)$ 를 Taylor 定理에 의해 點  $z=i\tau$ 에 대해 전개하면

$$x+iy=f(\lambda+i\tau)=f(i\tau)+\lambda f'(i\tau)$$

$$+\frac{\lambda^2}{2!}f''(i\tau)+\frac{\lambda^3}{3!}f'''(i\tau)$$

$$+\frac{\lambda^4}{4!}f^{IV}(i\tau)+\frac{\lambda^5}{5!}f^V(i\tau)$$

$$+\frac{\lambda^6}{6!}f^{VI}(i\tau)+\dots \quad (21)$$

이고, 式 (21)을 전개하여 실수부분과 허수부분을 같게 놓으면,

$$x = \lambda f'(\tau) - \frac{\lambda^3}{3!} f'''(\tau) + \frac{\lambda^5}{5!} f^V(\tau)$$

$$- \frac{\lambda^7}{7!} f^{VII}(\tau) + \dots$$

$$y = f(\tau) - \frac{\lambda^2}{2!} f''(\tau) + \frac{\lambda^4}{4!} f^{IV}(\tau)$$

$$- \frac{\lambda^6}{6!} f^{VI}(\tau) + \frac{\lambda^8}{8!} f^{VIII}(\tau) + \dots \quad (22)$$

이다. 式 (22)에 미분계수  $f'(\tau)$ ,  $f''(\tau)$ ,  $f'''(\tau)$ ,  $\dots$ 를 대입하여 정리하면 다음과 같이 일반식이 된다<sup>(9)</sup>.

$$\frac{x}{N} = \frac{\lambda}{\rho} \cos \phi + \frac{\lambda^3 \cos^3 \phi}{6\rho^3} (1 - t^2 + \eta^2)$$

$$+ \frac{\lambda^5 \cos^5 \phi}{120\rho^5} (5 - 18t^2 + t^4$$

$$+ 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) + \dots$$

$$\frac{y}{N} = \frac{S_\phi}{N} + \frac{\lambda^2}{2\rho^2} \sin \phi \cos \phi$$

$$+ \frac{\lambda^4}{24\rho^4} \sin \phi \cos^3 \phi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4)$$

$$+ \frac{\lambda^6}{720} \sin \phi \cos^5 \phi (61 - 58t^2 + t^4$$

$$+ 270\eta^2 - 330t^2\eta^2) + \dots \quad (23)$$

여기서,  $\rho = \text{cosec } 1''$ ,  $t = \tan \phi$ ,  $\eta^2 = \delta \cos^2 \phi = \frac{e^2}{1 - e^2} \cos^2 \phi$ 이다.

### 3. 結果값 比較分析

가우스 相似二重投影法과 橫메르카토르 投影法을 比較분석하기 위해 남한지역에 위치한 1, 2, 3, 4 등 三角點을 선택하여 전산처리 하였다.

#### 3.1 平面直交座標 計算

가우스 相似二重投影法과 橫메르카토르 投影法을 이용하여 전산처리한 결과값 중 30점을 택해 표 1로 나타내었다.

표 1. 가우스 相似二重投影에 의한 座標計算

단위 : m

三角點名	原點	緯 度	經 度	實 用 成 果		計 算 成 果		誤 差	
				X	Y	X	Y	DX	DY
日 山	中	381008.188	1274726.878	19045.66	69290.40	19045.64	69290.44	0.02	-0.04
金 山	中	381058.562	1271159.862	20322.04	17517.28	20322.05	17517.32	-0.01	-0.04
桂 山	東	374332.013	1282753.346	-30323.16	-47175.50	-30323.17	-47175.48	0.01	-0.02
高 山	中	380611.172	1265450.144	11446.46	-7548.38	11446.48	-7548.34	0.02	-0.04
六 山	東	371318.790	1290750.917	-86344.90	11608.31	-86344.92	11608.33	-0.02	-0.02
九 山	中	364648.330	1274100.460	-13515.19	61003.82	-135159.16	61003.88	-0.03	-0.06
大 山	中	364105.701	1270137.501	-145937.36	2420.41	-145937.34	2420.38	-0.02	-0.03
北 山	東	361537.395	1291528.495	-193010.87	23175.14	-193010.91	23175.16	0.04	-0.02
山 陽	中	380408.155	1273625.485	7824.41	53265.11	7824.43	53265.17	-0.02	-0.06
金 山	中	375717.704	1271616.476	-4968.68	23835.63	-4968.71	23835.71	0.03	-0.08
黃 山	中	380449.988	1261328.008	9224.12	-68036.54	9224.13	-68036.53	-0.01	-0.01
錦 山	中	374842.812	1265241.238	-20869.75	-10730.91	-20869.73	-10730.88	-0.02	-0.03
山 城	東	370007.596	1291452.537	-11072.27	22065.10	-110712.30	22065.16	0.03	-0.06
兄 弟	東	370159.960	1283404.250	-107190.12	-38445.37	-107190.21	-38445.35	0.09	-0.02
石 戰	中	370656.679	1275141.001	-97784.21	76548.90	-97784.16	76548.95	-0.05	-0.05
母 子	中	365108.484	1263114.763	-127251.11	-42734.65	-127251.13	-42734.65	0.02	-0.00
後 谷	東	361558.740	1281632.420	-192140.48	-65080.56	-192140.56	-65080.53	0.08	-0.03
天 光	中	361742.286	1274801.854	-188895.34	71899.63	-188895.28	-71899.66	-0.06	-0.03
取 雨	中	354334.680	1275250.384	-251939.73	79668.70	-251939.69	79668.72	-0.04	-0.02
代 塘	東	351627.618	1280656.442	-302078.46	-80449.27	-302078.40	-80449.23	-0.06	-0.04
五 峰	中	351103.396	1271948.990	-312377.93	30078.95	-312377.82	-19798.83	-0.11	-0.03
國 師	中	351025.869	1271302.529	-313562.64	19798.88	-313562.51	19798.83	-0.13	-0.05
忠 島	中	342257.508	1270512.581	-401345.85	7984.49	-401345.74	7984.50	-0.11	-0.01
觀 佛	中	380646.206	1274709.473	12814.80	68919.53	12814.84	68919.57	-0.04	-0.04
岩 峰	東	375449.074	1283145.402	-9480.99	-41388.25	-9481.01	-41388.24	0.02	-0.01
烽 火	中	374311.702	1275724.632	-30653.24	84351.33	-30653.19	84351.33	-0.05	0.00
大 蓋	中	380924.461	1263738.978	12467.56	-32644.57	17467.59	-32644.49	-0.03	-0.08
石 偶	西	380341.996	1251823.336	6888.25	26893.31	6888.31	26893.34	-0.06	-0.03
二 陳	東	374907.304	1263929.844	-20066.71	-30083.44	-20066.68	-30083.41	-0.03	-0.03
萬 龍	山	364052.002	1292414.629	-146283.90	36111.68	-146283.85	36111.78	-0.05	-0.00

표 2. 橫메르카트르 投影法에 의한 座標計算

단위 : m

三角點名	原點	緯 度	經 度	實 用 成 果		計 算 成 果		誤 差	
				X	Y	X	Y	DX	DY
日 山	中	381008.188	1274726.878	19045.66	69290.40	19045.64	69290.44	0.02	-0.04
金 山	中	381058.562	1271159.862	20322.04	17517.28	20322.05	17517.32	-0.01	-0.04
桂 山	東	374332.013	1282753.346	-30323.16	-47175.50	-30323.17	-47175.48	0.01	-0.02
高 山	中	380611.172	1265450.144	11446.46	-7548.38	11446.48	-7548.34	-0.02	-0.04
六 山	東	371318.790	1290750.917	-86344.90	11608.31	-86344.9208	11608.33	0.02	-0.02
九 山	中	364648.330	1274100.460	-135159.19	61003.82	-135159.16	61003.88	-0.03	-0.06

三角點名	原點	緯度	經度	實用成果		計算成果		誤差	
				X	Y	X	Y	DX	DY
大華山	中	364105.701	1270137.501	-145937.36	2420.41	-145937.34	2420.38	-0.02	0.03
北夷峴	東	361537.395	1291528.495	-193010.87	23175.14	-193010.91	23175.16	0.04	-0.02
山陽山	中	380408.155	1273625.485	7824.41	53265.11	7824.43	53265.17	-0.02	-0.06
金柱山	中	375717.704	1271616.476	-4968.68	23835.63	-4968.71	23835.71	-0.03	-0.08
黃衣山	中	380449.988	1261328.008	9224.12	-68036.54	9224.13	-68036.53	-0.01	-0.01
錦屏山	中	374842.812	1265241.238	-20869.75	-10730.91	-20869.73	-10730.88	-0.02	-0.03
山城山	東	370007.596	1291452.537	-110712.27	22065.10	-110712.30	22065.16	-0.03	-0.06
兄弟峰	東	370159.960	1283404.250	-107190.12	-38445.37	-107190.21	-38445.35	-0.07	-0.02
石戰山	中	370656.679	1275141.001	-97784.21	76548.90	-97784.16	76548.95	-0.05	-0.05
子母山	中	365108.484	1263114.763	-127151.11	-42734.65	-127251.13	-42734.65	-0.02	-0.00
後谷山	東	361558.740	1281632.420	-192140.48	-65080.56	-192140.56	-65080.52	-0.08	-0.04
天光山	中	361742.286	1274801.854	-188895.34	71899.63	-188895.28	71899.65	-0.06	-0.02
取雨地岑	中	354334.680	1275250.384	-251939.73	79668.70	-251939.68	79668.71	-0.05	-0.01
代塘山	東	351627.618	1280656.442	-302078.46	-80449.27	-302078.39	-80449.22	-0.07	-0.05
五峰山	東	351103.396	1271948.990	-312377.93	30078.95	-312377.80	30078.92	-0.13	-0.03
國師山	東	351025.869	1271302.529	-313562.64	19798.88	-313562.50	19798.83	-0.14	-0.05
忠島	東	342257.508	1270512.581	-411345.85	7984.49	401345.68	7984.49	-0.17	-0.00
觀佛山	中	380646.206	1274709.473	12814.80	68919.53	12814.84	68919.57	0.04	-0.04
岩峰	東	375449.074	1283145.402	-9480.99	-41388.25	-9481.01	-41388.24	0.02	-0.01
烽火山	中	374311.702	1275724.632	-30653.24	84455.33	-30653.19	84351.33	-0.05	0.00
大蓋山	中	380924.461	1263738.978	17467.56	-32644.57	17467.59	-32644.49	-0.13	-0.08
石隅	西	380341.996	1251823.336	6888.25	26893.31	6888.31	26893.34	-0.06	-0.03
二陳峰	中	374907.304	1263929.844	-20066.71	-30083.44	-20066.68	-30083.41	-0.03	-0.03
萬龍山	東	364052.002	1292414.629	-146283.90	36111.68	-146283.85	36111.78	-0.05	-0.10

### 3.2 가우스 相似二重投影法과 橫메르카토르 投影法의 比較

가우스 相似二重投影法에 의해 전산처리된 결과값과 실용성과를 비교한 결과, 원점이 위치한 위도 38° 부근에서는 표준편차가 3.2 cm으로 나타났다으나 남해안지역(위도 34°)에서는 7.2 cm로써 원점에서 멀리 떨어질수록 測地線歪曲誤차가 크게 발생하고 있다.

橫메르카토르 投影法에 의해 전산처리된 결과값과 실용성과를 비교한 결과, 원점부근(위도 38°)에서는 표준편차가 3.2 cm 이고 남해안지역(위도 34°)에서는 15.3 cm로 나타났다. 이것은 계산 당시 手計算에 의한 誤差 뿐만 아니라 投影法이 갖는 誤差가 포함되고 있음을 알 수 있다.

두 投影法의 經緯度差에 따른 X, Y 좌표의 誤差分布는 그림 2와 그림 3과 같다. 그림 2에서 종좌표(X)의 오차는 원점이 위치한 38°지역

과 37°지역 및 36°지역은 거의 오차가 없으나 위도차가 클수록 오차가 증가하여 경도차가 20'인 경우 33°지역에서 약 19 cm까지 오차가 발생하고 있다. 이것은 회전단원체에서 投影하는 橫메르카토르 投影과 球體에서 投影하는 가우스

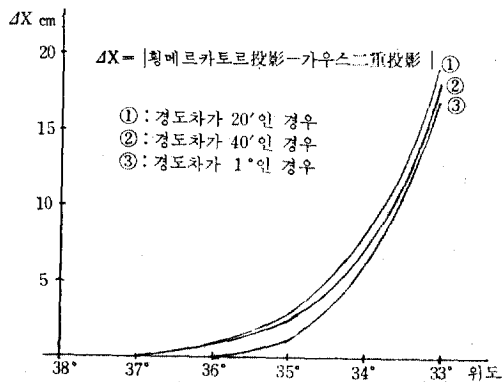


그림 2. 종좌표의 오차

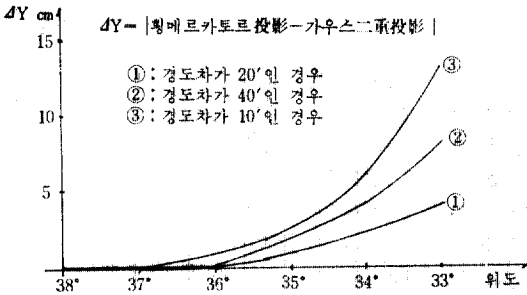


그림 3 횡좌표의 오차

相似二重投影 사이의 投影誤差로 사료된다. 그림 3은 횡좌표(Y)의 오차를 나타낸 것으로 위도차와 경도차가 클수록 오차가 크게 발생하고 있다. 횡좌표 역시 38°부근에서는 오차가 거의 없으나 33°지역에서는 4 cm~13 cm의 표준편차가 발생하고 있다.

### 3.3 새로운 平面直交座標系 設定

현재 우리 나라는 平面直交座標 原點이 동부, 중부, 서부 원점으로 3系가 모두 緯度 38°에 위치한 관계로 原點에서 멀리 떨어진 地域에서는 測地線의 歪曲誤差가 크게 발생하고 있어 公共測量의 正確度 및 測量基準點으로서 문제점이 되어 왔다. 따라서, 原點으로부터 經度와 緯度差가 發生함에 따른 正確度의 變化량을 比較分析하여

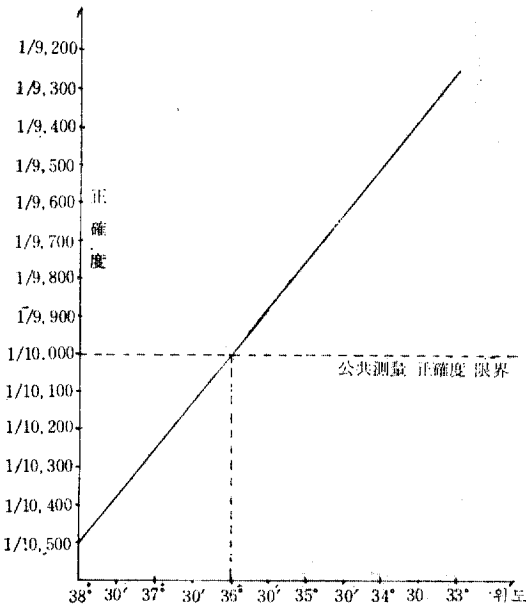


그림 4. 緯度差에 따른 正確度의 變化

최적의 위치를 구하였다. 우리 나라는 原點適用範圍를 經度差 1°로 하고 있으므로 이들 지역에서의 緯度差에 따른 誤差를 나타내면 그림 4와 같다.

그림 4에서 緯度 38°인 지역에서 正確度가 1/10,526이고 緯度差가 증가함에 따라 正確度가 감소하여 緯度 36°지역에서는 1/9,990, 34°지역에서는 1/9,294으로 나타났다. 일반적인 公共測量의 誤差許容範圍를 1/10,000로 하므로 原點適用範圍를 緯度差 2°로 해야 함을 알 수 있다. 따라서, 緯度 38°에 原點이 위치하고 있으므로 測地線歪曲에 따른 오차를 감소하기 위해 原點을 추가해야 함을 알 수 있다.

새로운 평면직교좌표 原點은 현재의 原點 3系와 緯度 36°상에 經度差 2°로 하여 3系(동경 125°, 127°, 129°)를 추가하고 제주도 및 남해안 도서지역을 포함하는 原點 1系(緯度 34°, 經度 126°)를 설치하여 총 7系로 된 平面直交座標 原點을 제시한다.

### 4. 結 論

가우스 相似二重投影法과 橫메르카토르 投影法을 對照分析하여 比較分析한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 가우스 相似二重投影法에 의해 계산된 결과값과 실용성과를 비교한 경우 原點에서는 오차가 미소했으나 남해안지역에서는 橫좌표의 표준편차가 7.2 cm로써 手計算에 의한 오차가 많이 포함되었음을 알 수 있다.

2. 橫메르카토르 投影法에 의해 계산된 결과값과 실용성과를 비교한 경우 원점부근에서 표준편차가 3.2 cm이고 남해안지역에서는 15.3 cm로 나타났다. 이것은 投影法에 따라 原點에서 멀어질수록 測地線歪曲誤差가 크게 발생함을 알 수 있어 橫메르카토르 投影法の 도입이 요청되고 있다.

3. 公共測量의 許容誤差範圍를 고려할 때 原點의 적용범위는 緯度差가 2°인 지역으로써 현재의 原點 3系에 緯度 36°지역에서 經度差 2°로 3系를 추가하고 제주도 및 남해안 도서지역을 포함하는 原點을 緯度 34°에 설치하여 총 7系로 된 平面直交座標 原點系를 제시하였다.

### 参 考 文 献

1. Deetz, C.H., *Elements of Map Projection*, Washington, D.C., Government Printing Office, 1945, pp. 152~187.
2. Kallaway, G.P., *Map Projection*, London, Mathuen, 1970, pp. 49~109.
3. Thomas, P.D., *Conformal Projections in Geodesy and Cartography*, Washington D.C., Government Printing Office, 1952, pp. 58~109.
4. Redfearn, J.C., Transverse Mercator Formulae, *Empire Survey Review*, Vol. IX, No. 69, 1948, pp. 29~32.
5. Jackson, J.E., Sphere, *Spheroid and Projections for Surveyors*, London, Granada, 1980, pp. 89~121.
6. Bomford, G., *Geodesy 2nd ed.*, Oxford, 1971, pp. 182~216.
7. 野村正七, 地圖投影法, 1984, pp. 265~336.
8. Lee, L.P., The Transverse Mercator Projection of the Spheroid, *Empire Survey Review*, Vol. VIII, No. 58, 1945, pp. 25~39.
9. Hosmer, G.L., *Geodesy, 2nd ed.*, John Wiley & Sons, 1946, pp. 120~139.

(接受: 1985. 4. 29)