日本に於ける海岸線の曲率に就いて

神 田 清

滿洲國中央觀象臺

On the Curvature of Shore-lines in Japan

By Kiyosi KANDA

1. 緒 言

海岸線は所により種々雑多の形を呈してゐるが、その内でも砂濱の海岸線が平滑であることは一般に認められてゐることである。この小篇は海岸線の形狀の數字的計算の第一歩として日本附近の砂濱を調べるために、陸地測量部の五萬分之一的地圖によりその曲率半徑を計算し、それに関し二、三調べた結果を記したものである。

2. 調 査 の 方 法

この論文で取扱つた範圍は日本内地（本州、九州、四國及北海道）の砂濱でその長さが 5 km 以上のものに限つた。最初先づ二十萬分之一帝國圖により 5 km 以上の平滑な砂濱を選び、次に之を五萬分之一地形圖により海岸地形を吟味しつつ幾分取捨を行ひ、次の方法により曲率半徑を計算した。

先づ地圖を擴げ海岸線上に一點 A をとり其兩側に等距離に B, C を取り A から BC に下した垂線の足を D とすれば、海岸線の平滑な場合には A 點に於ける曲率半徑 R は次の式で表はすことが出来る。

$$R = \frac{\overline{AB}^2}{2 \cdot \overline{AD}} = \frac{a^2}{2b} \quad (\text{但 } \overline{AB} = a, \overline{AD} = b)$$

a, b の値を圖上で求めればこの式に依り R を求めることが出来るのである。計算に際しては砂濱の長さ (l) が 10 km 以下のものに對しては $a = 2$ km, 10 km 乃至 40 km のものに對しては $a = 4$ km, それ以上のものに對しては $a = 8$ km を採用し、一つの砂濱上の一個乃至數個の地點に於て a, b を求め R を算出した。

第 1 表

番號	名 稱	兩 端 の 位 置		l (km)	R (km)	r	數	備考
太 平 洋 岸								
1	—	144° 52', 43° 0'	144° 46', 43° 0'	9.3	14.1	1.52	3	○
2	百 人 濱	143 17, 42 1	143 15, 41 57	7.6	10.2	1.34	2	○
3	—	141 52, 42 35	141 24, 42 34	37.9	40.4	1.07	8	○
4	—	140 29, 42 35	140 19, 42 26	29.3	53.0	1.81	6	○
5	—	141 23, 41 2	141 30, 40 30	63.3	140	2.21	6	△, ×
6	—	141 19, 38 25	141 10, 38 22	12.7	23.4	1.84	2	○
7	—	141 3, 38 16	140 56, 37 54	42.0	36.6	0.87	8	○, ×
8	—	141 0, 37 6	140 58, 37 0	10.6	21.5	2.03	4	○, ×
9	(菊 多 浦)	140 50, 36 55	140 47, 36 52	6.5	5.8	0.89	2	○
10	—	140 37, 36 29	140 37, 36 23	12.0	21.4	1.78	5	△
11	(鹿 島 灘)	140 34, 36 18	140 51, 35 44	67.7	97.4	1.44	5	○
12	九十九里濱	140 42, 35 42	140 24, 35 19	50.6	46.2	0.91	5	○
13	相泉, 日在濱	140 25, 35 18	140 24, 35 15	5.7	9.6	1.68	2	○
14	(田子ノ浦)	138 51, 35 5	138 41, 35 8	16.7	19.0	1.14	3	○
15	—	138 8, 34 37	137 54, 34 40	22.7	40.2	1.77	5	△
16	—	137 45, 34 39	137 27, 34 40	29.4	63.7	2.34	6	△
17	—	136 7, 33 53	136 3, 33 49	10.0	26.3	2.63	3	○
18	—	131 43, 32 35	131 41, 32 31	8.4	11.5	1.37	2	○
19	—	131 5, 31 28	131 1, 31 21	13.3	15.1	1.14	6	○
日 本 海 岸								
1	—	144° 48', 43° 56'	144° 18', 43° 59'	40.0	43.6	1.09	9	△
2	—	144 5, 44 7	143 22, 44 20	62.5	132	2.11	6	△
3	—	141 35, 45 9	141 48, 44 38	49.9	124	2.48	5	○
4	—	141 22, 43 16	141 10, 43 9	21.2	49.1	2.32	4	△
5	—	140 32, 43 2	140 31, 42 59	5.4	8.1	1.65	1	○
6	—	140 34, 41 5	140 15, 40 48	31.0	61.2	1.97	6	△
7	—	140 1, 40 20	139 52, 39 59	47.1	83.8	1.78	4	△
8	—	139 55, 39 54	140 3, 39 46	19.8	21.1	1.07	3	△
9	—	139 26, 38 11	139 9, 37 58	35.4	41.3	1.17	7	△
10	—	138 24, 37 17	138 15, 37 11	18.3	89.7	4.90	3	△
11	—	136 46, 36 54	136 29, 36 30	52.7	142	2.69	5	△
12	—	136 28, 36 29	136 19, 36 21	20.4	45.0	2.21	4	△
13	夜 見 ノ 濱	133 22, 35 28	133 15, 35 32	15.1	11.9	0.79	3	○
14	新 宮 濱	130 28, 33 47	130 25, 33 43	8.7	6.5	0.75	3	○
15	(海ノ中道)	130 25, 33 42	130 21, 33 40	7.3	10.4	1.42	2	○
16	吹 上 濱	130 20, 31 39	130 18, 31 27	21.6	25.2	1.17	5	△

○海岸に丘陵なきもの, △海岸に丘陵あるもの, ×著しい河川の注入するもの

以上述べた方法に依り五萬分之一地形圖から求めた曲率半徑の値は別表の通りである。表中第一列は順序の番號を第二列には特別の名稱があるものに對して其名を記した。第三列には濱の位置を示すため其兩端の概略位置を掲げ、第四列には濱の長さ l を 第五列には曲率半徑の平均値を、第六列には $r = R/l = a^2/2bl$ なる値を記し、第七列には曲率半徑の平均値を求めるに用ゐた測點の數を示す。第八列については表の備考欄に述べてある。

3. 曲率半径と濱の長さとの関係

次に濱の曲率半径 R と濱の長さ l との關係に就いて述べよう。別圖は別表に依り R と l との關係を圖示したもので横軸に濱の長さ、縦軸に曲率半径が取つてある。圖中●は太平洋岸のもの（大きい印は低平な海岸、小さい印は海岸に砂丘又は丘陵の發達したもの）、×は日本海岸のもの（大きい印は低平な海岸、小さい印は海岸に砂丘又は丘陵の發達したもの）を示し、著しい河川が濱に注入するものは●又は×を以て之を示した。

圖を一覽すると次の様な特徴があることが判る。即ち R と l との間には大體一定の關係があり各點は一つの例外を除き線 A 及線 B の間にある。今この關係を詳しく調べるために l の値を五つに區分し各について $r=R/l$ の平均値を求めて見た。其結果は

l	r	l	r
10 km 以下	1.47	30 km~50 km	1.58
10 km~20 km	1.63	50 km 以上	1.67
20 km~30 km	1.92		

で r の値は l の値によらず略ぼ一定であることが判る。この結果を別の言葉で云ひ表はせば、

“或る濱の曲率半径は大體その濱の長さ按比例する”

とも云へる。 r の平均値として $\bar{r}=1.65$ を採用すれば曲率半径は濱の長さの約 1.65 倍の値をとり、又圖中の線 A 及線 B からその上限及下限として曲率半径の値は濱の長さの値の 0.88 倍乃至 2.7 倍であることが判る。

以上の結果は

“濱を圓弧の一部と見做し得る場合圓の中心が濱の兩端を見込む角は大凡一定である”

とも言ひ換へることが出来る。今濱の兩端を見込む角を P とすれば上記の $\bar{r}$ の値に依り

$$P = 360^\circ \times \frac{\bar{r}}{2\pi} = 34.^\circ 8$$

で表はされ又 P の取る範圍は上記の場合と同様に 21° 乃至 65° であることが判る。

4. 考 察

大體砂濱の形狀を左右すると考へられる原因は次の如くである。

(1) 波浪, (2) 潮汐, (3) 海流, (4) 主風向, (5) 海岸の地形,

(6) 土地の昇降, (7) 海岸附近の土壤, 砂礫の性質, (8) 河川の注入

(1)~(3) は絶えず行はれてゐる自然現象でその影響する所は相當大きいものであらう。殊に波浪の弱い瀬戸内海にはこの統計的調査に該當する様な濱を見出し得ない所から見ても (1) の影響は特に大であると云ひ得る。又 (4) は風速の特に著しい所では考慮の餘地があり, (5) の地形は上記 (1)~(4) と密接な關係があるもので (1)~(3) は海岸線附近の陸地の傾斜, (4) に關聯しては海岸線附近に風を遮る山岳の有無, 等が問題となる。(6) の土地の昇降は地形の大異變のない限り變化は少いかも知れないが考慮を要することで, (7) の海岸を形成する土壤, 砂礫の性質如何である。又 (8) は當然期待し得ることで例へば仙臺灣には阿武隈川が注入して居る爲平滑を缺いてゐることは一見して判る。

以上を要するにこの様な種々の曲率半径を左右する原因があるにも拘らず上記の様な關係があることは若し條件を同じくしたならば前項に述べた

より一層密接な關係が l と R との間にあることを語るものではなからうか。

以上本編に述べたことは何れも多分の想像を含む推察であつて深く調査してその影響する所をつきとめる必要があると思ふ。

尙本篇に於ては $l > 5 \text{ km}$ のもののみを調べたがこれより更に小さいものに就いてこの様なことを調査すれば面白い結果が得られると思はれる。この場合は附近の地形の影響が相當 R と l との關係に利いて來ることと思ふ。

5. 結 語

以上を要するに平滑なる海岸線の曲率半径は濱の長さに大體比例するものである。この問題に關する詳細な研究、理論的検討は地理學に關してはアマチュアである著者の能くする所ではないが、若し諸先輩よりこの小篇に對し御注意御叱正を賜り、又この小篇の結果を検討せられ、この方面の研究を續行せられるならば著者の光榮とする所である。

終に本論文の公表を御許可下さつた谷本中央觀象臺長に深甚の謝意を表する。