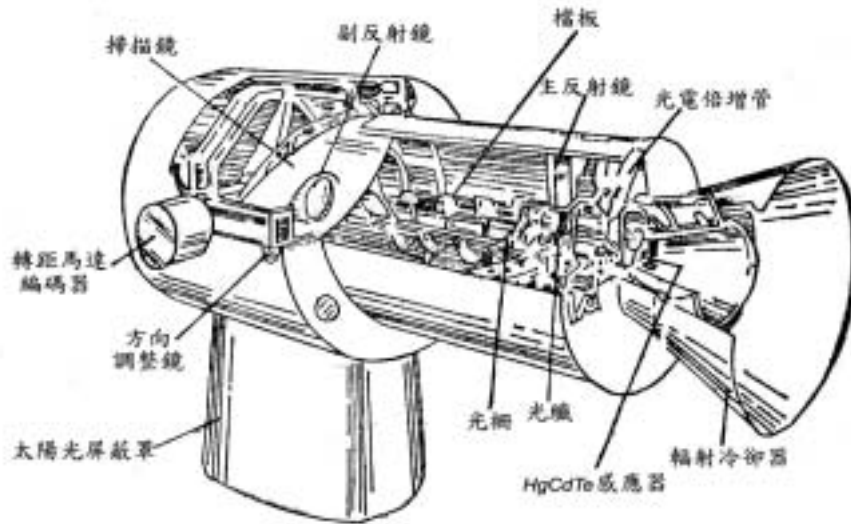
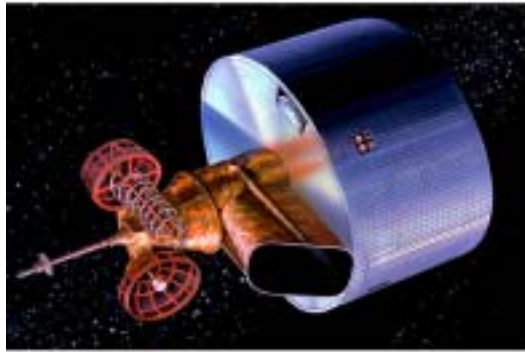


## 第二章 資料處理與研究方法

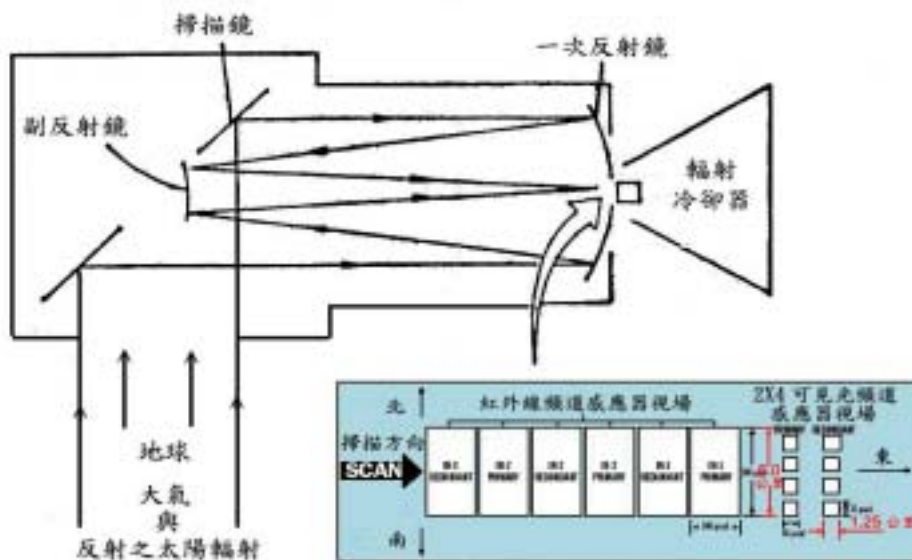
### 第一節 資料來源

本研究因考慮白天地表加熱效應造成大範圍雲系發展影響地表晴空反照率的提取並為減少太陽天頂角校正誤差，故選取中央氣象局氣象衛星中心 2002 年每日接收之日本 GMS-5 地球同步氣象衛星 0300 UTC (Universal Time Coordinated) (地方時 11 時) 之可見光 (0.4~0.7  $\mu\text{m}$ ) 與紅外線 (10.5~11.5  $\mu\text{m}$ ) 頻道數據資料，因採用解析度較高之數據資料，由於電腦處理大量資料能力之限制，故選取中國大陸與台灣地區主要人口集中分布區域 20~50<sup>0</sup>N, 95~125<sup>0</sup>E, 30<sup>0</sup>×30<sup>0</sup> 範圍研究區。

日本地球同步氣象衛星上裝置有可見光-紅外線自轉掃描輻射儀 (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer; 簡稱 VISSR)，其外觀與構造與掃描輻射儀相似，主要由掃描鏡、40.6mm 的 Richey-chretien 光學系統、感應器、輻射冷卻器、信號處理系統組成 (圖五)。該儀器之掃描鏡將來自地球 - 大氣系統的反射太陽輻射和發射的紅外線輻射導引至衛星儀器內部，然後聚焦于衛星感應器上。此衛星感應器的可見光頻道由兩組 (其中一組為備用) 各 4 個光纖收集器收集後送至具有光譜響應功能的光電倍增管 (Photomultiplier Tubes; 簡稱 PMTS)，紅外線頻道輻射能量則由具有輻射冷卻功能的兩個 (其中一個為備用) 銻鎘汞 ( $\text{HgCdTe}$ ) 的紅外線感應器接收 (圖六) (陳渭民等, 1993)。因此，衛星星下點 (satellite sub Point; 簡稱 ssp) 可見光頻道之每一像素 (picture element; 簡稱 pixel) 解析度為 1.25 公里，紅外線頻道每一像素解析度為 5 公里，為使可見光與紅外線頻道得到一致解析度，以利資料比對，經由程式內插為 2000×2000 像素之數據資料，每一像素解析度約為 1.6 公里。



圖五 日本地球同步氣象衛星可見光 - 紅外線自轉掃描輻射儀外觀與構造圖  
 (資料來源：陳渭民等，1993)



圖六 可見光 - 紅外線自轉掃描輻射儀觀測原理與感應器組成  
 (資料來源：陳渭民等，1993)

紅外線頻道與可見光頻道數據資料為便於儲存，都以衛星數據之 0~255 個灰度值 ( grey scale ; 簡稱  $g$  ) 儲存，每一灰度值可經由相對應之可見光反照率 ( 表二 ) 與紅外線亮度溫度 ( 表三 ) 對照表相互對照轉換。

衛星影像灰度值代表該像素的輻射值。一般如將影像中某點 (  $x,y$  ) 處的輻射值  $B(x,y)$  以灰度  $1$  表示，則

$$L_{\min} \leq 1 \leq L_{\max}$$

式中 (  $L_{\min}, L_{\max}$  ) 稱為影像灰度範圍，其  $L = (L_{\max} - L_{\min})$  值愈大，表示影像反差愈大。為方便起見，令  $L_{\min} = 0, L_{\max} = L$ ，則灰度範圍為 ( 0 , L )，其中  $1 = 0$  為黑色色調， $1 = L$  為白色色調。

衛星影像是由許多像素組成，所以可轉換為數據影像資料，衛星影像空間位置數據化資料可看做衛星對地表的採樣，數據資料的幅度可看做量化的灰度，因此我們可以將灰度值分成若干級。一般在衛星影像的採樣與量化可分為：非均勻量化取樣與均勻量化取樣兩種方式。

最常用方式為均勻量化取樣，即按空間座標等間隔採樣，如採樣間隔為  $X、Y$ ，則灰度空間分布函數可排列成  $N \times M$  的矩陣。因此，一幅衛星影像資料可視為一組數據陣列。通常取樣數  $N \times M$  和每一像素的灰度值  $g$  是 2 的整數幕次方，即

$$N \times M = 2^n \quad n: \text{資料陣列乘幕}$$

$$g = 2^m \quad m: \text{灰度值乘幕}$$

一般而言，衛星影像的解析度決定於  $N \times M$  和  $m$ ，其值越大，解析度越高。但  $N \times M$  和  $m$  的增加，將造成計算的複雜性。因此像

素的解析度與灰度值的範圍選取因研究需求而有不同的選定標準。地球同步衛星資料之灰度值為  $g = 2^8 = 256$  灰度階，使用  $2000 \times 2000$  像素資料則需要 32000000 bit 儲存空間。

為取得紅外線頻道亮度溫度相同時間地面之溫度觀測資料，同時亦轉錄中央氣象局所儲存 2002 年東亞地區每日 0300 UTC 之綜觀地面觀測數據資料檔，並經由客觀分析方法，將測站觀測之地面溫度內插成為網格資料。

另外，透過網路自美國國家海洋大氣總署所屬環境環境預報中心 (National Centers for Environmental Prediction；簡稱 NCEP) 之氣候資料庫，取得全球每月地表氣候反照率原始數據資料，並經由程式內插成為網格資料。

表二 衛星可見光數據資料與反照率對照表(摘自 The GMS User's Guide , 1989)

灰度值	反照率(albedo)	灰度值	反照率(albedo)	灰度值	反照率(albedo)	灰度值	反照率(albedo)
<b>0</b>	0.000%	<b>64</b>	6.450%	<b>128</b>	25.800%	<b>192</b>	58.050%
<b>4</b>	0.025%	<b>68</b>	7.281%	<b>132</b>	27.438%	<b>196</b>	60.494%
<b>8</b>	0.101%	<b>72</b>	8.163%	<b>136</b>	29.126%	<b>200</b>	62.988%
<b>12</b>	0.227%	<b>76</b>	9.096%	<b>140</b>	30.864%	<b>204</b>	65.533%
<b>16</b>	0.403%	<b>80</b>	10.078%	<b>144</b>	32.653%	<b>208</b>	68.128%
<b>20</b>	0.630%	<b>84</b>	11.111%	<b>148</b>	34.492%	<b>212</b>	70.774%
<b>24</b>	0.907%	<b>88</b>	12.195%	<b>152</b>	36.382%	<b>216</b>	73.469%
<b>28</b>	1.235%	<b>92</b>	13.328%	<b>156</b>	38.322%	<b>220</b>	76.216%
<b>32</b>	1.613%	<b>96</b>	14.513%	<b>160</b>	40.312%	<b>224</b>	79.012%
<b>36</b>	2.041%	<b>100</b>	15.747%	<b>164</b>	42.353%	<b>228</b>	81.859%
<b>40</b>	2.520%	<b>104</b>	17.032%	<b>168</b>	44.444%	<b>232</b>	84.757%
<b>44</b>	3.049%	<b>108</b>	18.367%	<b>172</b>	46.586%	<b>236</b>	87.705%
<b>48</b>	3.628%	<b>112</b>	19.753%	<b>176</b>	48.778%	<b>240</b>	90.703%
<b>52</b>	4.258%	<b>116</b>	21.189%	<b>180</b>	51.020%	<b>244</b>	93.752%
<b>56</b>	4.938%	<b>120</b>	22.676%	<b>184</b>	53.313%	<b>248</b>	96.851%
<b>60</b>	5.669%	<b>124</b>	24.213%	<b>188</b>	55.656%	<b>252</b>	100.000%

表三 衛星紅外線數據資料與亮度溫度溫度對照表(摘自 The GMS User's Guide , 1989)

灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )	灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )	灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )	灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )
0	331.64	58.49	32	320.4	47.25	64	308.17	35.02	96	294.62	21.47
1	331.3	58.15	33	320.03	46.88	65	307.77	34.62	97	294.17	21.02
2	330.97	57.82	34	319.67	46.52	66	307.37	34.22	98	293.72	20.57
3	330.62	57.47	35	319.3	46.15	67	306.96	33.81	99	293.27	20.12
4	330.28	57.13	36	318.93	45.78	68	306.56	33.41	100	292.81	19.66
5	329.94	56.79	37	318.56	45.41	69	306.15	33	101	292.36	19.21
6	329.6	56.45	38	318.19	45.04	70	305.74	32.59	102	291.9	18.75
7	329.26	56.11	39	317.82	44.67	71	305.34	32.19	103	291.44	18.29
8	328.91	55.76	40	317.45	44.3	72	304.92	31.77	104	290.97	17.82
9	328.57	55.42	41	317.07	43.92	73	304.51	31.36	105	290.51	17.36
10	328.22	55.07	42	316.7	43.55	74	304.1	30.95	106	290.04	16.89
11	327.87	54.72	43	316.32	43.17	75	303.69	30.54	107	289.57	16.42
12	327.53	54.38	44	315.94	42.79	76	303.27	30.12	108	289.1	15.95
13	327.18	54.03	45	315.57	42.42	77	302.85	29.7	109	288.63	15.48
14	326.83	53.68	46	315.19	42.04	78	302.43	29.28	110	288.15	15
15	326.48	53.33	47	314.81	41.66	79	302.01	28.86	111	287.68	14.53
16	326.13	52.98	48	314.43	41.28	80	301.59	28.44	112	287.2	14.05
17	325.78	52.63	49	314.04	40.89	81	301.17	28.02	113	286.72	13.57
18	325.43	52.28	50	313.66	40.51	82	300.74	27.59	114	286.23	13.08
19	325.07	51.92	51	313.28	40.13	83	300.32	27.17	115	285.75	12.6
20	324.72	51.57	52	312.89	39.74	84	299.89	26.74	116	285.26	12.11
21	324.36	51.21	53	312.5	39.35	85	299.46	26.31	117	284.77	11.62
22	324.01	50.86	54	312.12	38.97	86	299.03	25.88	118	284.27	11.12
23	323.65	50.5	55	311.73	38.58	87	298.59	25.44	119	283.78	10.63
24	323.29	50.14	56	311.34	38.19	88	298.16	25.01	120	283.28	10.13
25	322.94	49.79	57	310.95	37.8	89	297.72	24.57	121	282.78	9.63
26	322.58	49.43	58	310.55	37.4	90	297.29	24.14	122	282.28	9.13
27	322.22	49.07	59	310.16	37.01	91	296.85	23.7	123	281.77	8.62
28	321.85	48.7	60	309.76	36.61	92	296.41	23.26	124	281.26	8.11
29	321.49	48.34	61	309.37	36.22	93	295.96	22.81	125	280.75	7.6
30	321.13	47.98	62	308.97	35.82	94	295.52	22.37	126	280.24	7.09
31	320.77	47.62	63	308.57	35.42	95	295.07	21.92	127	279.73	6.58

續 表三

灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )	灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )	灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )	灰度值	Tbb 值 (°K)	Tbb 值 ( )
128	279.21	6.06	160	260.87	-12.28	192	237.12	-36.03	224	198.03	-75.12
129	278.69	5.54	161	260.23	-12.92	193	236.23	-36.92	225	196.11	-77.04
130	278.16	5.01	162	259.58	-13.57	194	235.33	-37.82	226	194.1	-79.05
131	277.63	4.48	163	258.93	-14.22	195	234.42	-38.73	227	191.99	-81.16
132	277.1	3.95	164	258.28	-14.87	196	233.49	-39.66	228	189.75	-83.4
133	276.57	3.42	165	257.62	-15.53	197	232.55	-40.6	229	187.37	-85.78
134	276.04	2.89	166	256.95	-16.2	198	231.59	-41.56	230	184.83	-88.32
135	275.5	2.35	167	256.28	-16.87	199	230.62	-42.53	231	182.09	-91.06
136	274.96	1.81	168	255.6	-17.55	200	229.64	-43.51	232	179.11	-94.04
137	274.41	1.26	169	254.92	-18.23	201	228.63	-44.52	233	175.98	-97.17
138	273.86	0.71	170	254.23	-18.92	202	227.61	-45.54	234	172.33	-100.82
139	273.31	0.16	171	253.53	-19.62	203	226.57	-46.58	235	168.16	-104.99
140	272.76	-0.39	172	252.83	-20.32	204	225.52	-47.63	236	163.29	-109.86
141	272.2	-0.95	173	252.12	-21.03	205	224.44	-48.71	237	157.3	-115.85
142	271.64	-1.51	174	251.4	-21.75	206	223.34	-49.81	238	149.34	-123.81
143	271.07	-2.08	175	250.68	-22.47	207	222.22	-50.93	239	136.45	-136.7
144	270.5	-2.65	176	249.95	-23.2	208	221.08	-52.07	240	130	-143.15
145	269.93	-3.22	177	249.21	-23.94	209	219.91	-53.24	241	130	-143.15
146	269.36	-3.79	178	248.47	-24.68	210	218.71	-54.44	242	130	-143.15
147	268.78	-4.37	179	247.72	-25.43	211	217.49	-55.66	243	130	-143.15
148	268.19	-4.96	180	246.96	-26.19	212	216.24	-56.91	244	130	-143.15
149	267.61	-5.54	181	246.19	-26.96	213	214.96	-58.19	245	130	-143.15
150	267.01	-6.14	182	245.41	-27.74	214	213.65	-59.5	246	130	-143.15
151	266.42	-6.73	183	244.63	-28.52	215	212.3	-60.85	247	130	-143.15
152	265.82	-7.33	184	243.83	-29.32	216	210.91	-62.24	248	130	-143.15
153	265.22	-7.93	185	243.03	-30.12	217	209.48	-63.67	249	130	-143.15
154	264.61	-8.54	186	242.22	-30.93	218	208.01	-65.14	250	130	-143.15
155	264	-9.15	187	241.39	-31.76	219	206.49	-66.66	251	130	-143.15
156	263.38	-9.77	188	240.56	-32.59	220	204.92	-68.23	252	130	-143.15
157	262.76	-10.39	189	239.72	-33.43	221	203.3	-69.85	253	130	-143.15
158	262.14	-11.01	190	238.86	-34.29	222	201.61	-71.54	254	130	-143.15
159	261.5	-11.65	191	238	-35.15	223	199.85	-73.3	255	130	-143.15

## 第二節 衛星資料的修正

衛星對地球環境實施非接觸性觀測，位在太空中之衛星依萬有引力定律可以用來準確預測衛星運動。可是衛星仍會受到如天體引力、大氣阻力及地球赤道隆起效應等影響，軌道會有攝動情形發生。

此外地球表面長波輻射與太陽短波輻射經由反射、吸收、散射過程能量進入衛星感應儀器，同時也接收經由大氣環境各種吸收氣體、水汽的能量消滅。太陽天頂角變化，日地距亦隨之改變，進而影響進入衛星之能量。

故上述因素將影響衛星資料的正確性，因此需要經過修正過程以減少誤差。

### 2.1 衛星影像之定位

在理想情況下，地球同步衛星對地球來說是穩定的，因其位置為相對於地球某經度之赤道上空，與地球同步運轉，故其在太空中觀測地球大氣系統影像相對應之地理位置應不會改變。但同步衛星繞地球運轉同時亦受各種太空外力影響，這些外力包括來自太陽、月亮、星星等較大星球的引力作用，甚至太陽風等電磁波也會改變衛星姿態，因此，衛星旋轉軸的角度亦會受到影響而有所偏離，使得衛星所拍攝的地球特徵影像並非完全穩定且固定於相同的經緯度。我們在連續的衛星影像動畫（movie animation）中就可以看出變動情形，因此在使用衛星觀測資料時，必須確定衛星影像上某一像素相互對應的地球經緯度位置，此種處理過程稱之為衛星影像定位。

地球同步衛星資料之定位方法為使用簡易定位法（曾忠一，1988），此種方法為將衛星影像上某一視點相對於星下點的角度求得，並將視點、星下點與北極所構成的球面三角形，藉由球面三角公



式，即可求得某一像素對應於地球的經緯度座標。我們利用簡易定位法計算及衛星下傳之報頭（header）資料中，可獲知相對應於衛星資料每一掃描線及每一像素的實際地理經緯度位置。

## 2.2 太陽天頂角校正

由於因為太陽相對於每張可見光頻道資料內各像素之高度角不同，且不同時間相對於每張可見光頻道之太陽天頂角也不同，故需對可見光影像資料作太陽天頂角校正（圖七），將每一影像之像素資料作太陽天頂之亮度修正。即

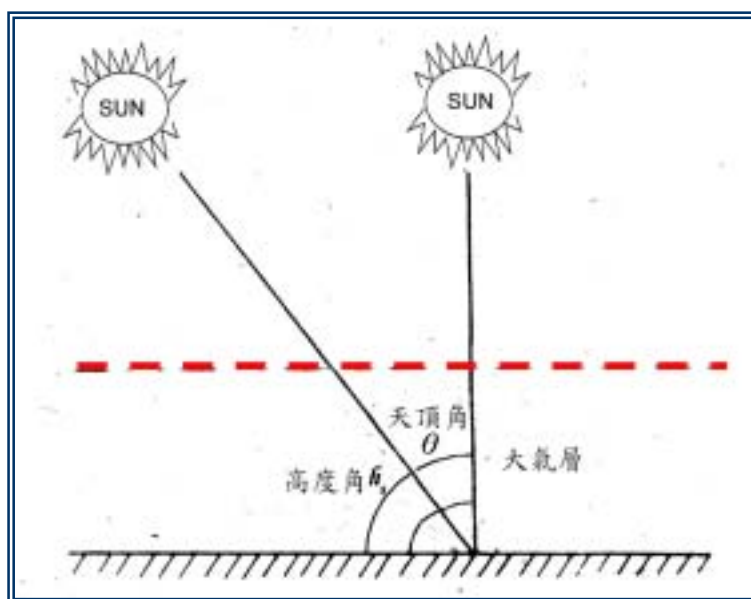
$$\alpha_{nvs} = \frac{\alpha_{vs}}{\sin \cdot h_s} = \frac{\alpha_{vs}}{\cos \theta}$$

$\alpha_{vs}$ ：可見光頻道反照率

$\alpha_{nvs}$ ：亮度修正後之可見光頻道反照率

$h_s$ ：太陽相對於該像素之高度角

$\theta$ ：太陽相對於該像素之天頂角



圖七 太陽天頂角校正

## 2.3 大氣修正

大氣中有許多氣體成分如二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ )、水汽 ( $\text{H}_2\text{O}$ )、臭氧 ( $\text{O}_3$ )、一氧化碳 ( $\text{CO}$ ) 等在電磁波譜不同波段中，具有吸收作用(圖八)。這些氣體在可見光波段 ( $0.4\sim 0.7\ \mu\text{m}$ ) 有一微弱吸收帶，由國際衛星雲氣候學計畫實驗室 (International Satellite Cloud Climatology Project；簡稱 ISCCP)<sup>2</sup> 量測分析美國 NOAA 系列之繞極軌道衛星與日本 GMS 地球同步衛星之可見光頻道之常態化反應 (Normalized Response)(圖九)，顯示 GMS 地球同步衛星之可見光波段之波長範圍較 NOAA 繞極軌道衛星波長為廣，因此對水汽影響之敏感度較差，故可忽略不計。

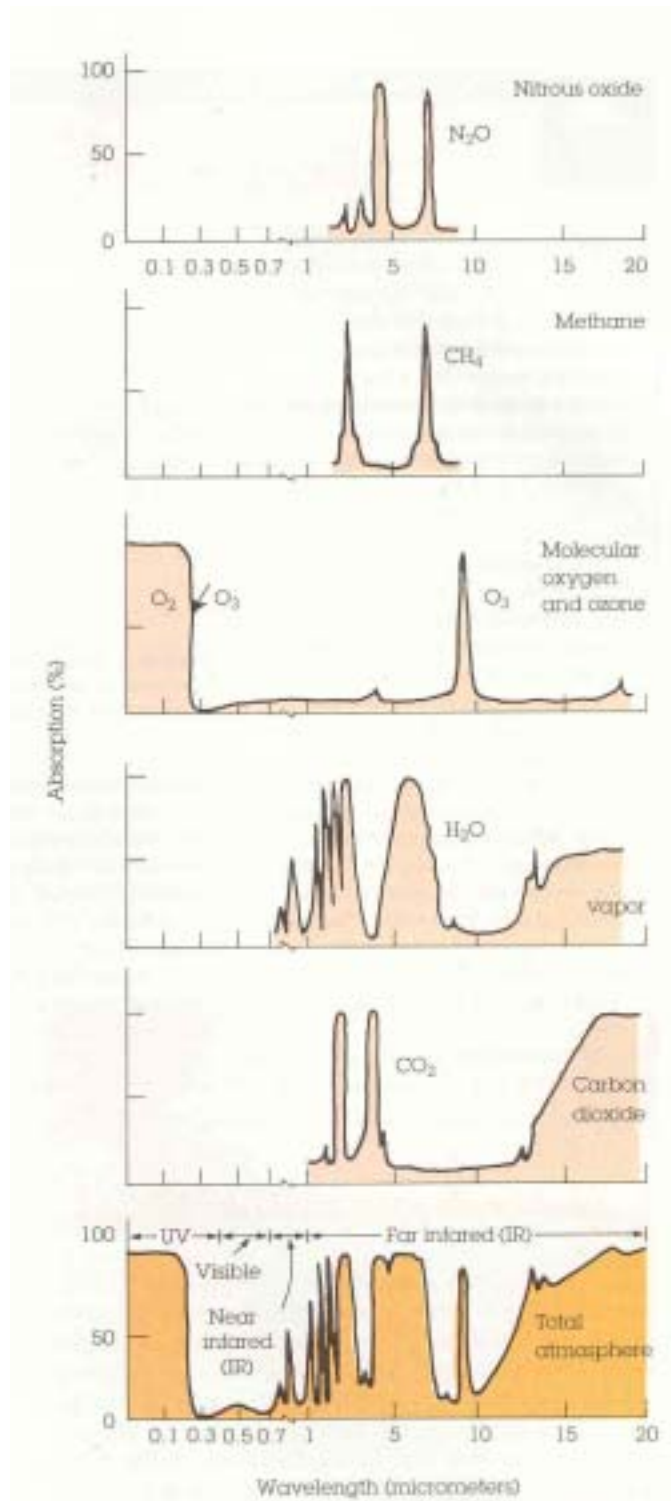
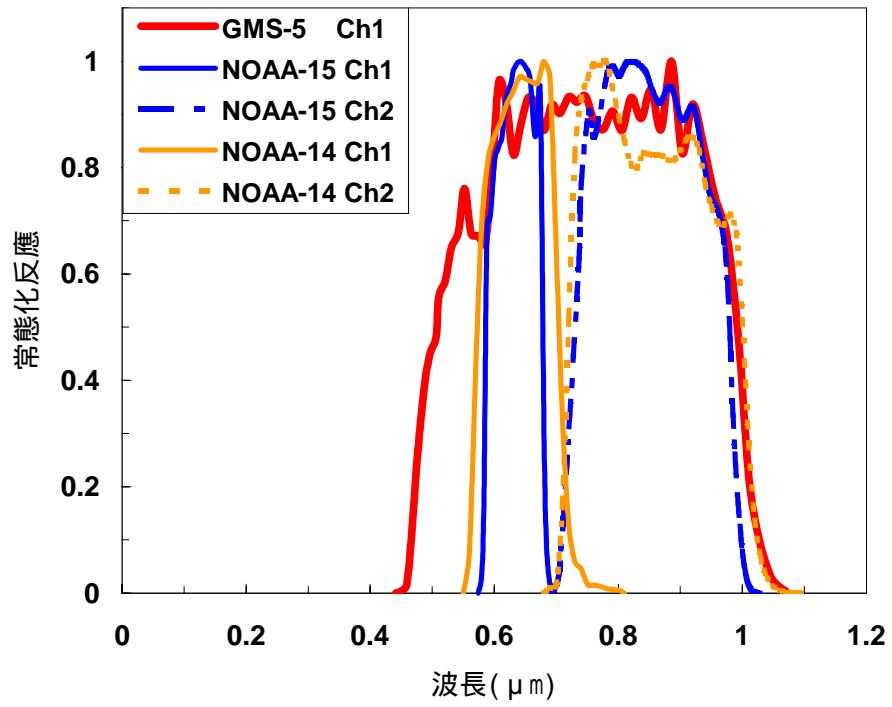


FIGURE 3.11 Absorption of radiation by gases in the atmosphere.

圖八 大氣吸收譜 (摘自 Ahrens , 1991 )



圖九 同步衛星可見光頻道與繞極軌道衛星可見光頻道波長常態化反應曲線分布

### 第三節 研究方法與研究步驟

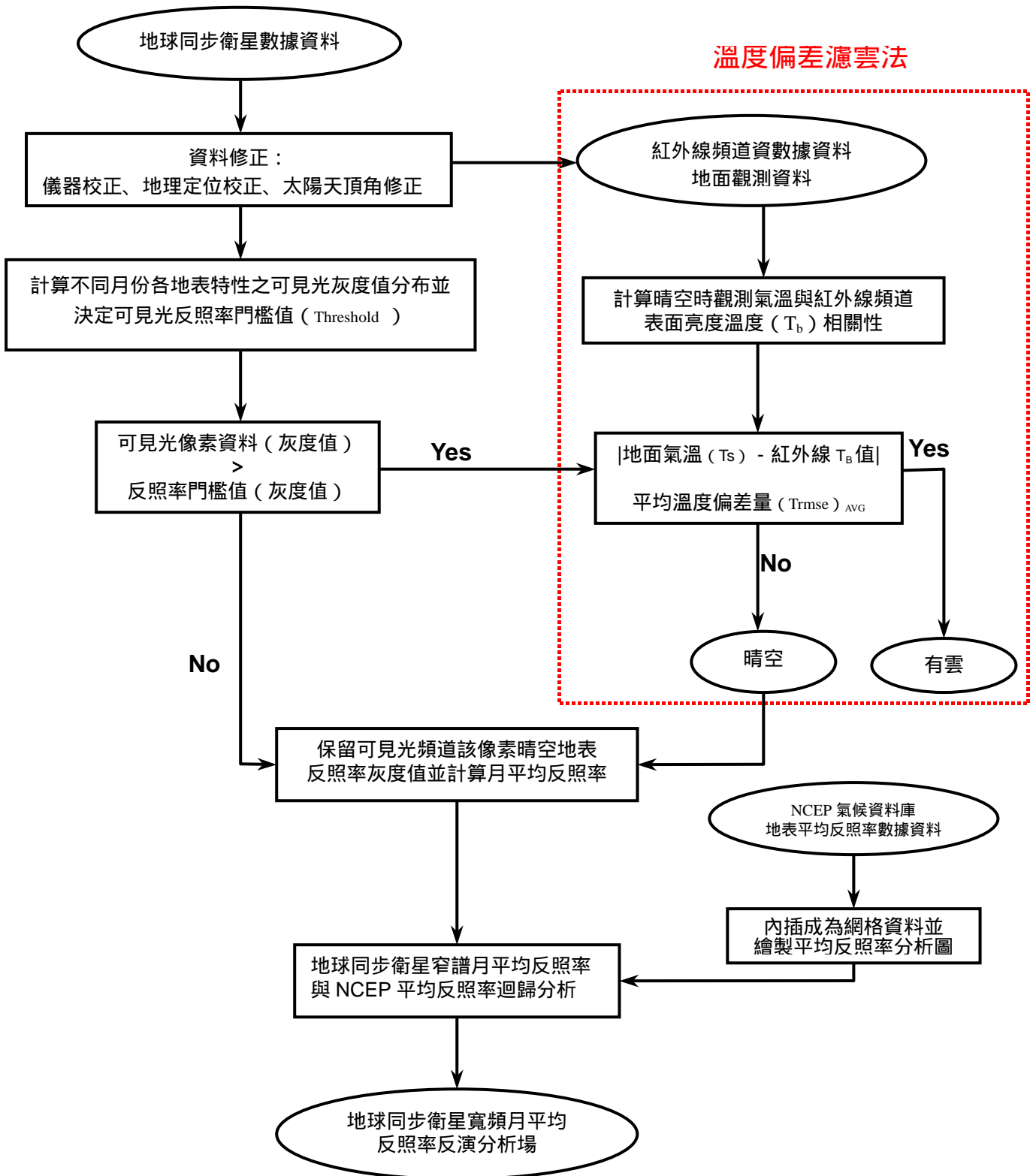
本研究應用中央氣象局氣象衛星中心每日接收之日本 GMS-5 地球同步氣象衛星 0300 UTC 可見光 (0.4~0.7  $\mu\text{m}$ ) 紅外線 (10.5~11.5  $\mu\text{m}$ ) 頻道之數據資料與每日 0300 UTC 之綜觀地面觀測資料，經過資料校正與濾雲等處理，求取每月平均地表晴空反照率並探討其地表反照率之變化特徵。

其步驟如下：(圖十)

1. 選取所欲研究範圍 (20° ~50° N ; 95° ~125° E) 之 GMS-5 地球同步衛星之可見光與紅外線數據資料，經過計算轉換成為 2000×2000 像素 (pixel) 之影像灰度值資料，此灰度值資料經內插分析後，一個像素之解析度約為 1.6 公里。
2. 將可見光頻道資料經由儀器校正、太陽天頂角校正後，可獲得衛星影像上不同各點之正確反照率修正值，並修正影像灰度值。
3. 選取並計算可見光頻道數據資料中，每月不同區域之乾燥地表、潮濕地表、湖泊、河川、洋面地表特性之反照率變化分布情形與高雲、低雲之間反照率變化分布情形。依不同季節、不同地表特性之反照率變化分布，選定分辨各不同季節分布之地表與雲區之最佳門檻值 (threshold)。自然環境因表面特性不同而有明顯之反照率差別，因此可依此雲區與地表反照率分布特性，初步將受雲影響之地表反照率濾除。
4. 由於較乾燥環境地表、冬季時地表積冰與積雪之反照率與部分雲系之反照率非常接近，無法單獨僅由雲區與地表之門檻值判別，故需經過第二階段之判別式，濾除雲的影響。在此我們利用紅外線頻道資料與地面相同時間之觀測資料，計算統計相關。紅外線頻道資料

可顯示，不同特性地表之輻射溫度。一般而言，高層雲系之雲頂輻射溫度較低，其次為低層雲系之雲頂輻射溫度。如果地表環境為晴空時，此地表環境之輻射溫度最高且較接近地表實際觀測值。因此，我們利用紅外線頻道之雲頂、地面輻射溫度與實際地面觀測之溫度值偏差量 ( deviation )，可判別該資料是否為晴空之地表反照率。在此步驟，將選取並計算觀測晴空區域之紅外線頻道數據資料之地表輻射溫度與同時間地面觀測之溫度偏差量，並求取其均方根誤差 ( RMSE , root-mean-square error )，濾除雲的影響。

5. 經由程式運算，將每日之可見光頻道數據資料中，低於某一門檻值資料留下；並設定一判別式，判別此資料如超過某一門檻值，再比對此資料之紅外線頻道數據資料與同時間地面觀測之溫度偏差量，如紅外線數據資料輻射溫度超過某一偏差量，我們則剔除該可見光頻道資料，否則保留該可見光資料中之反照率值。
6. 再將每日經過濾雲後所得到之地表反照率數據資料作月平均，得到各月之窄譜 ( narrow-spectrum band ) 地表反照率分布情形。
7. 將 NCEP 氣候資料庫之全球地表反照率資料再分析，內插為網格資料。
8. 經由統計迴歸分析，建立窄譜反照率與地表反照率之修正方程，進而利用地球同步衛星窄譜反照率資料，得到地表反照率資料。
9. 探討此研究區域之地表反照率分布情形。



圖十 利用地球同步衛星資料地表反照率演算策略流程圖

## 第四節 可見光頻道地表反照率門檻值

衛星影像中的可見光頻道資料，為反映地球各種不同特性表面對太陽光的反射能力，為瞭解不同表面在可見光頻道所呈現反照率灰度值之分佈情形，我們由可見光頻道與相對應之紅外線頻道影像數據資料，並參照當時之地面測站天空狀況觀測報告，將地表分成水體(海洋、湖泊)、潮濕地表、乾燥地表、積雪、霧區(層狀雲)、對流雲、中高層雲等八大類型，並選取不同表面特性區域約 10×10 pixel Boxes 之灰度值數據資料，統計各月不同表面之灰度值分布範圍，由不同表面特性灰度值分布特性，區分水體、潮濕地表、乾燥地表、積雪等地表反照率灰度分布區間與大氣環境雲系之反照率灰度值分布區間，以為決定地表反照率門檻值之設定參考。



## 第五節 溫度偏差濾雲法

為得到晴空地表之反照率，必須去除雲的干擾影響，目前國內外學者濾雲一般使用下列三種方法：

### 1. 直方統計分析法（曾忠一，1988；Phulpin et al.，1983）

直方圖統計分析法最主要應用於決定海洋上晴空時的亮度溫度分布，一般為取某一小區域範圍視場中衛星亮度溫度之像素數據資料，同時使用此範圍內亮度溫度觀測值建立直方圖樣本。直方圖即是頻率分布的統計圖，由此直方圖可以求出代表小區域的晴空或雲區亮度溫度分布情形。在分析前需做下列基本假設：

- (A) 地表或雲的亮度溫度具有很高出現頻率，因為小區域內地表和雲的性質不會有很大改變。
- (B) 雲的亮度溫度低於地表亮度溫度。也就是說，假如這小區域中不是晴空就是陰天，沒有部分被雲遮蔽的視場，則雲和地表的亮度溫度直方圖會分離開來。
- (C) 晴空亮度溫度的改變是由於儀器雜訊和固有的誤差產生，其頻率分布為常態分布。
- (D) 亮度溫度的頻率分布仍為常態分布，但標準偏差較大。
- (E) 晴空時亮度溫度分布的較暖側和雲區亮度溫度頻率分布的較冷側不受到部分被雲遮蔽視場影響。

### 2. 紋理、組織特徵型態辨認法（Garand，1988）

利用雲區多重常態分布特徵假設下，由可見光與紅外線衛星像素數據資料，將無雲區與各種性質的雲系，如卷雲、積雲、胞狀雲、雲街等分成 20 種型態，並應用簡單二維波譜分析（power spectrum）策略，可定量分析各種不同雲系的外觀紋理、發展高度、型態、反照率、多層次與伸展方向狀態特徵。此法不僅可提供雲區的種類亦可進一步描述其物理特性，因此可將晴空無雲區環境分離出來。

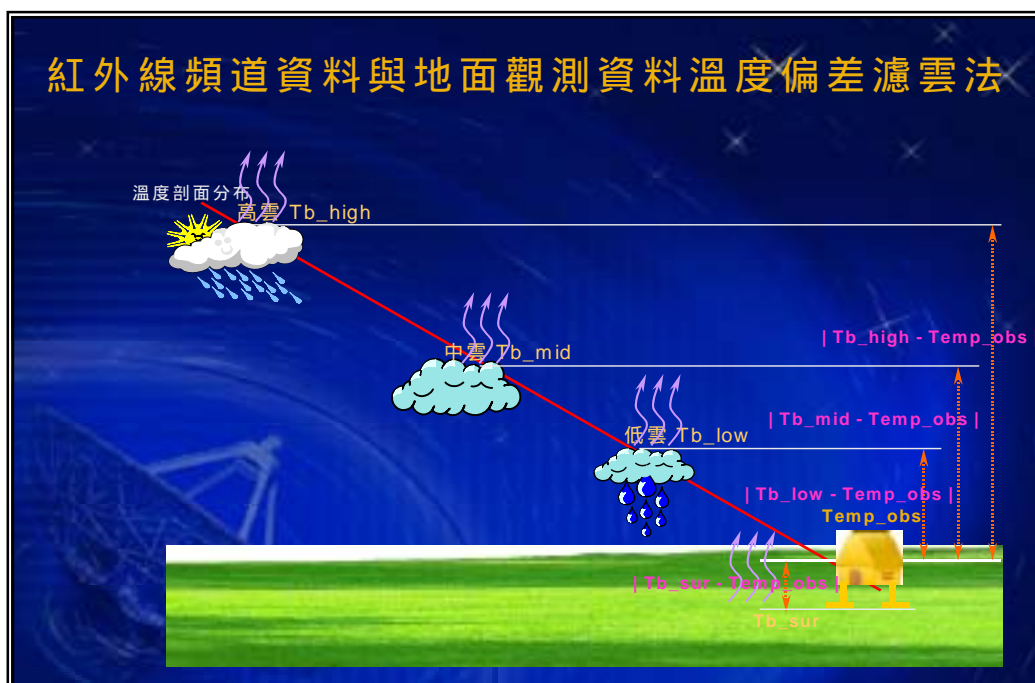
3. 門檻值（閾值）法（Threshold Methods）（方宗義、劉玉洁、林曼筠，1996；金蓮姬、劉晶淼、李雁領、丁裕國，2002；Allen et al.，1990；Derrien et al.，1993；Saunders & Kriebel，1988）

此法與直方圖統計分析法相同，但可利用多頻道之衛星資料決定雲區與晴空區亮度溫度、反照率等分布範圍，決定選取不同頻道之雲區與晴空區範圍。

上述三種方法雖能有效將雲區影響濾除，得到衛星各頻道資料晴空地表特性之物理參數，但檢定與計算過程繁複且假設過多，應用於大範圍地區濾雲，有其困難性。

因此為將影響地表反照率之雲區濾除，得到晴空環境之表面反照值，我們引用紅外線頻道之亮度溫度（ $T_b$ ）與地面氣象觀測溫度（ $T_s$ ）資料，並做下列基本假設：

當地表為晴空時，衛星所偵測得地球表面亮度溫度（ $T_b$ ），應接近觀測站實際氣溫（ $T_s$ ），如有雲層覆蓋時，衛星所偵測得表面亮度溫度，應為雲頂所在高度之實際亮度溫度反應（圖十一）。



圖十一 紅外線頻道資料與地面觀測資料溫度偏差濾雲法

因此，我們需由當時地面測站之天空狀況觀測報告選取晴空條件下，計算測站附近相對應之紅外線頻道約  $10 \times 10$  pixel Boxes 範圍平均亮度溫度，比較其偏差情形。並應用紅外線頻道亮度溫度 ( $T_{bIR1}$ ) 與相同觀測時間晴空地面觀測溫度 ( $T_s$ ) 之溫度偏差量做為可見光頻道地表反照率濾除雲區影響的決定值。

雲區決定條件如下：

有雲： $|地面氣溫 (T_s) - 亮度溫度 (T_{bIR1})| > 平均溫度標準偏差量 (T_{rmse})$

無雲： $|地面氣溫 (T_s) - 亮度溫度 (T_{bIR1})| \leq 平均溫度標準偏差量 (T_{rmse})$

在無雲的情形下，地面觀測溫度應與衛星紅外線頻道之表面亮度溫度的溫度差異小於某一偏差值，如果兩者之間的溫度差異大於偏

差值即表示該測站上方受到雲系覆蓋影響，因此將同一時間相對該點位置的可見光反照率灰度值數據資料予以去除。

## 第六節 地面觀測站氣溫之內差網格客觀分析

因地面氣象觀測站資料稀少且具有空間分佈不均勻的缺點，因此無法直接利用地面測站觀測氣溫與衛星數據資料作相關分析，我們必須將分佈不均的地面測站上的天氣資料經客觀分析後，內插到網格點上，方可應用。一般常使用的客觀分析方法主要包括有 Cressman、Inman、Barnes 及 McFarland 等四種客觀分析法，這些方法的基本架構都相同，屬於 Cressman 在 1959 年所提出的逐次訂正法，其差別在於所使用的權重函數不同（曾忠一，1987）。

本研究使用 Barnes（1964）所提出的客觀分析法，此分析法為先在網格點上設定一初始值，然後利用網格點附近的觀測值來做逐次修正。為提高計算效率，Barnes（1973）進一步將 1964 年的方法修訂而應用於中尺度氣象資料分析。經修訂之後，通常初始場只需要一次的修正便可以得到理想收斂分析值。因此種方法具有選擇和控制尺度的能力，為目前科學上普遍被採用之客觀分析法（林松錦、陳雯美，1987）。

Barnes 客觀分析法之基本理論為，若以  $\phi$  代表氣溫觀測變數，逐次修正法基本上可以下公式表示：

$$\phi_g^m = \phi_g^{m-1} + \frac{\sum_{i=1}^N W_i (\phi_{io} - \phi_{ia}^{m-1})}{\sum_{i=1}^N W_i} \quad (1)$$

其中  $\phi_g^m$  及  $\phi_g^{m-1}$  為網格點上第  $m$  次與  $m-1$  次的分析值， $\phi_{io}$  為網格點附近第  $i$  個測站上的觀測值， $\phi_{ia}^{m-1}$  為第  $i$  個測站上第  $m-1$  次的分析值（可由網格點上的分析值內插得到）， $W_i$  為第  $i$  個測站對網格點的權重因子， $N$  為在網格點附近參與內差的測站總數。Barnes（1964）

採用高斯 ( Gaussian ) 形式的權重函數 , 即

$$W_i = \exp\left(-\frac{r_i^2}{4k}\right) \quad (2)$$

$r_i$  為第  $i$  個測站和網格點之間的距離 ,  $k$  為決定權重函數形式的參數。  $k$  值的大小由測站分佈的密度以及所期望分析的尺度來決定。為提高計算效率 , Barnes ( 1973 ) 將 ( 2 ) 式之權重函數修訂為

$$W_i' = \exp\left(-\frac{r_i^2}{4\eta k}\right) \quad (3)$$

為另外一個參數 , 其目的是用來降低  $k$  值以便增加分析的收斂速度 ,  $\eta$  值在 0~1 之間。

經由 Barnes 客觀分析後 , 我們便可將分佈不均勻的測站觀測氣溫內插至網格上 , 再經由統計迴歸分析測站氣溫與紅外線頻道表面亮度溫度的關係。

## 第七節 小 結

因考慮白天地表加熱效應造成大範圍雲系發展影響地表晴空反照率的提取並為減少太陽天頂角校正誤差，故本研究選取地球同步氣象衛星地方時 11 時可見光與紅外線頻道資料經由衛星影像定位、天頂角校正等修正後之  $20\sim 50^{\circ}\text{N}$ ， $95\sim 125^{\circ}\text{E}$  範圍， $2000\times 2000$  像素之 256 灰度值數據資料。

上述可見光頻道數據資料，參照當時之地面測站天空狀況觀測報告，可將地表分成水體、潮濕地表、乾燥地表、積雪、霧區、對流雲、中高層雲等類型，並統計各月不同性質表面之灰度值分布範圍，由不同表面特性灰度值分布特性，設定地表反照率門檻值。

為得到晴空地表之反照率，必須去除雲系的干擾影響，因此引用紅外線頻道之亮度溫度 ( $T_b$ ) 與地面氣象觀測溫度 ( $T_s$ ) 資料溫度偏差量濾雲法。由兩者之間的溫度偏差量，將可見光頻道地表反照率雲區影響部分濾除。

利用 Barnes 客觀分析法，可將分佈不均勻的測站觀測氣溫內插至網格上，經由簡單統計迴歸分析晴空時，測站氣溫與紅外線頻道表面亮度溫度的關係。