

## 第三章 地球同步衛星單頻道表面反照率特徵

衛星可見光影像所顯示的為各種不同性質地球表面對太陽短波輻射的反照表現，因此會有不同的反應分布，值得我們就其表面狀態不同，探討其反照值的變化與分布特徵。

### 第一節 不同表面特性之灰度值分布情形

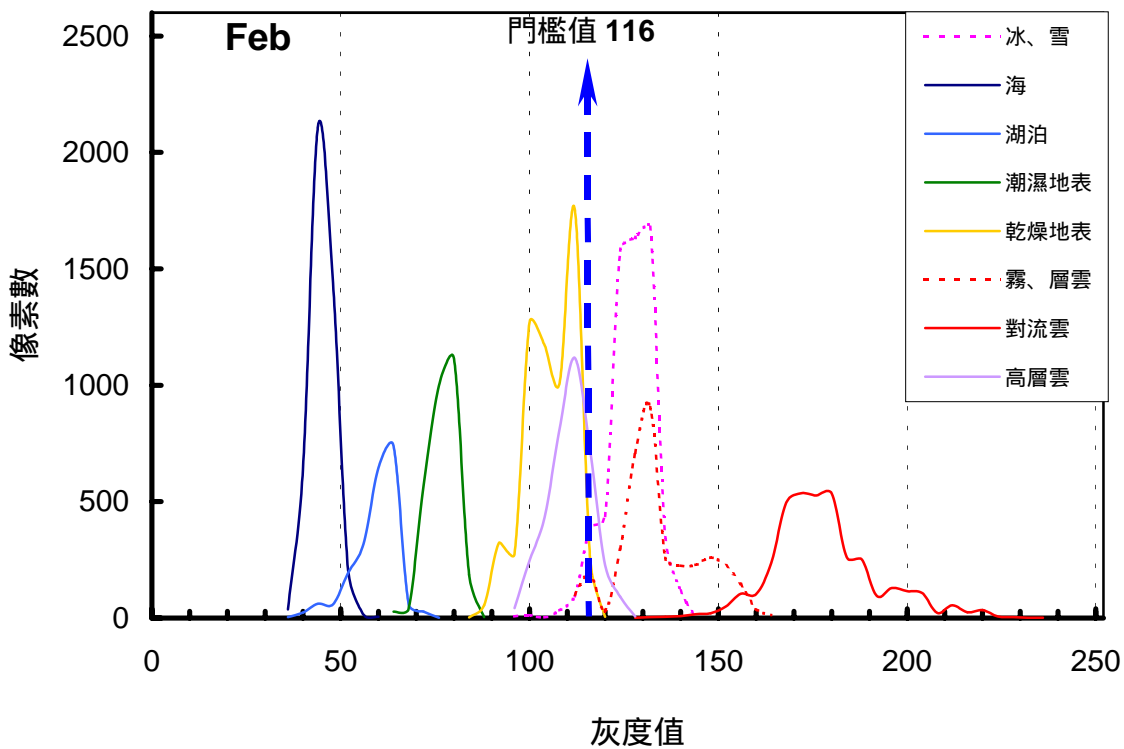
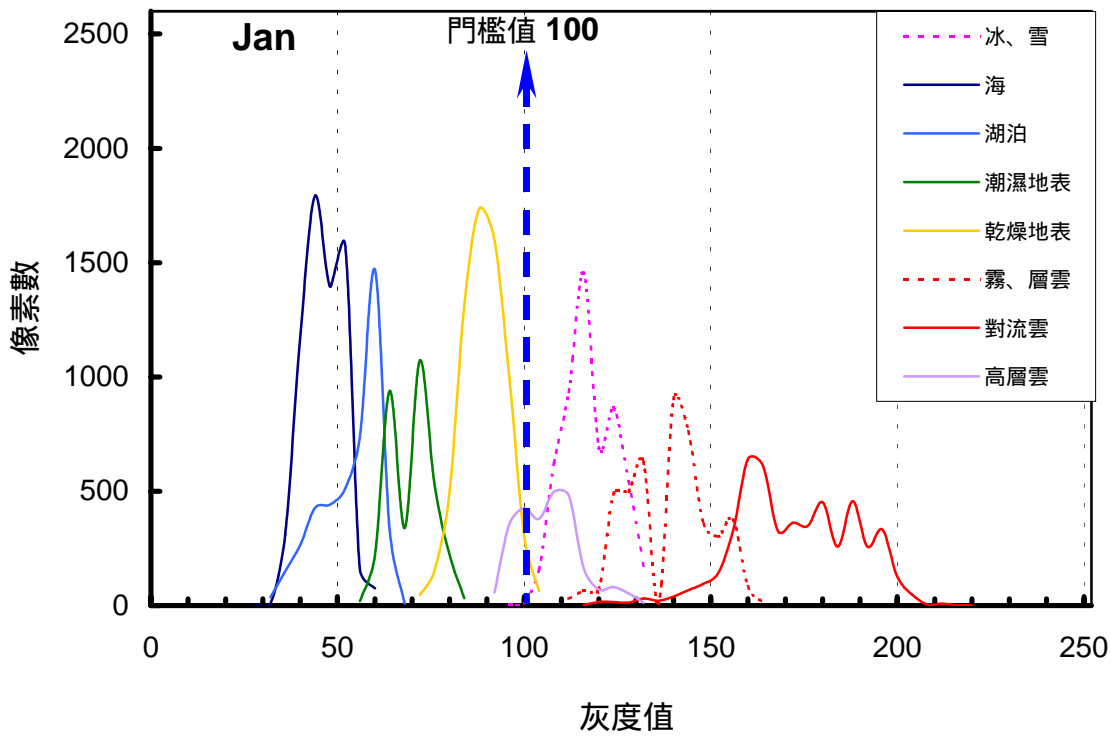
我們將表面反照率分成海洋、湖泊、潮濕地表、乾燥地表、積雪、霧區（層狀雲）、對流雲、高層雲等八大類型，表四顯示所選取個案及像素數，各月不同表面的反照率灰度值分佈情形如圖十二所示。

圖中顯示一月，以海面反照率灰度值最低，其灰度值集中於 40~52。其次為內陸的湖泊反照率灰度值分布於 32~68，最大之灰度值為 60。潮濕地表的灰度值則涵蓋水體與乾燥表面的範圍，主要集中於 64~76 之間。乾燥地表灰度值集中於 84~96，灰度值 88 處有一峰值出現，明顯高於上述表面反照率。高層雲系因有透光特性，故與乾燥地表有部分重疊情形出現，灰度值主要分佈於 100~112。地表的積冰與積雪因其白色表面具有較高的反照率灰度值則分佈於 96~132。霧與層雲因有明顯厚度的變化，故範圍涵蓋部分高層雲與對流雲的灰度值分佈區間內，在圖中可發現其反照率灰度值分布在 112~164。對流雲因屬直展雲系，故具有最高的反照率灰度值，主要集中於 156~196 之間。

二月海面反照率灰度值分佈區間為 36~60，在灰度值 44 處具有最大值。包括青海、洞庭湖、太湖等較大型湖泊區之反照率灰度值則集中於 52~64。潮濕地表的灰度值相對高於水體部分，分佈於 64~88 附近，其峰值出現在灰度值 80。乾燥地表反照率部分與高層雲系有重疊

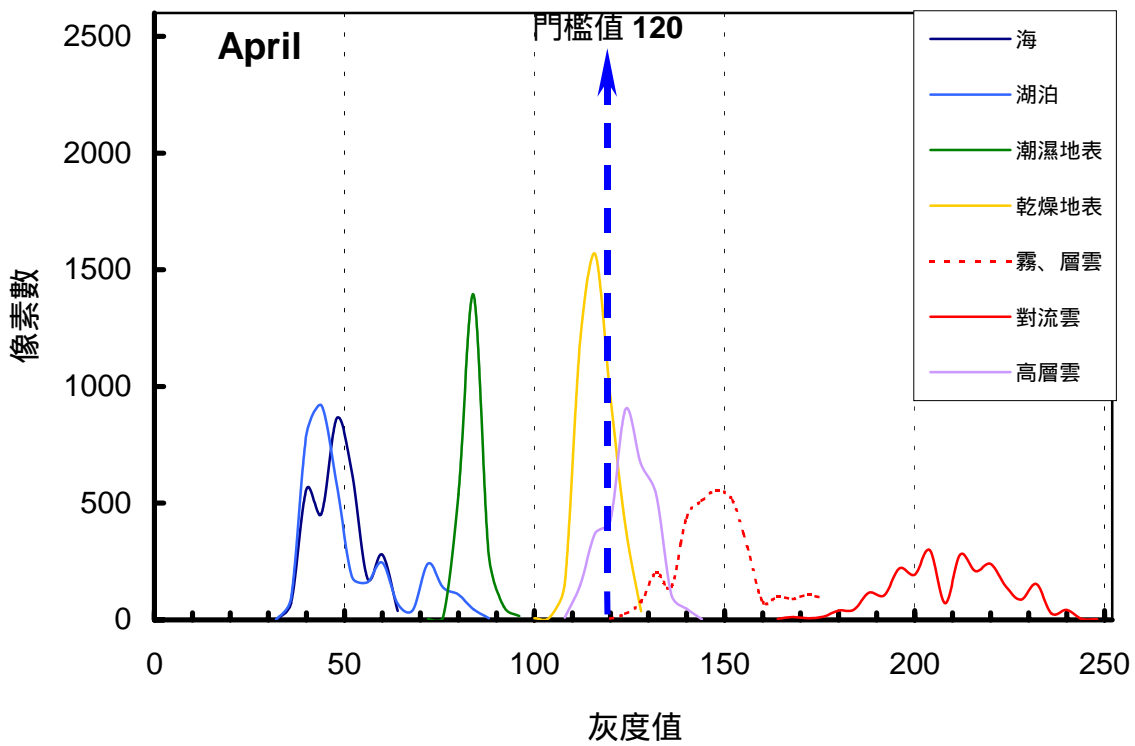
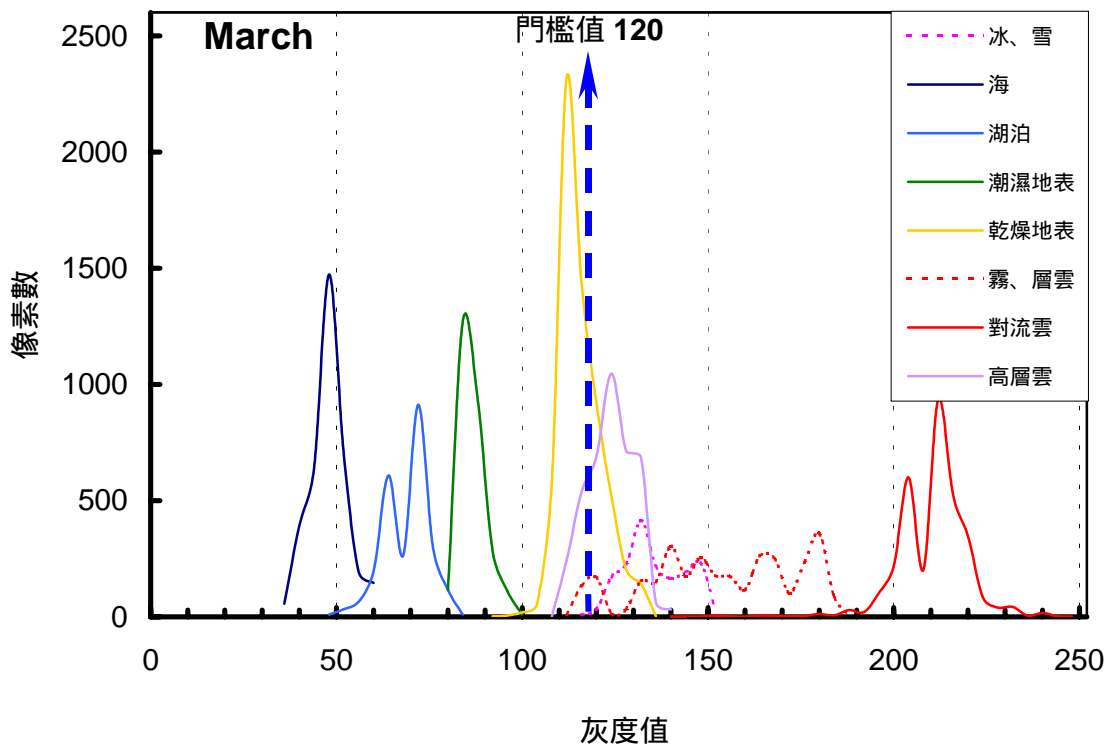
表四 2002 年可見光頻道選取各月不同表面特性個案數

月份 表面性質	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		十月		十一月		十二月	
	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels	個案	pixels
海面	14	6491	9	4455	9	3591	10	3080	9	3261	10	3858	9	3119	9	2894	11	3897	10	3596	10	3686	9	3339
湖泊	9	4378	14	2134	10	2510	10	3627	13	4036	9	3704	9	3381	12	4519	11	2532	12	4404	8	3735	9	4245
潮濕表面	9	3373	9	2940	10	2743	8	2292	9	2564	8	4093	11	3696	6	2635	9	3097	12	4053	10	3358	8	2709
乾燥表面	10	6710	10	6130	10	6210	9	4315	9	4325	8	4406	12	6260	9	4028	9	4584	10	4880	6	2884	9	4153
積冰、雪	9	5456	12	6333	4	1687	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4444	9	4284
高層雲	7	2576	8	3704	7	4006	7	3219	9	4505	11	5775	11	5594	5	2476	8	3480	5	2426	7	3470	7	4449
霧、層雲	6	4584	8	3623	7	3160	9	3241	5	1730	6	2954	8	3970	13	6299	6	1902	7	2663	9	4763	13	5827
對流雲	10	5008	9	3751	10	3220	10	2314	9	4861	8	5529	8	5533	9	5095	10	5064	6	4100	8	4163	8	4796

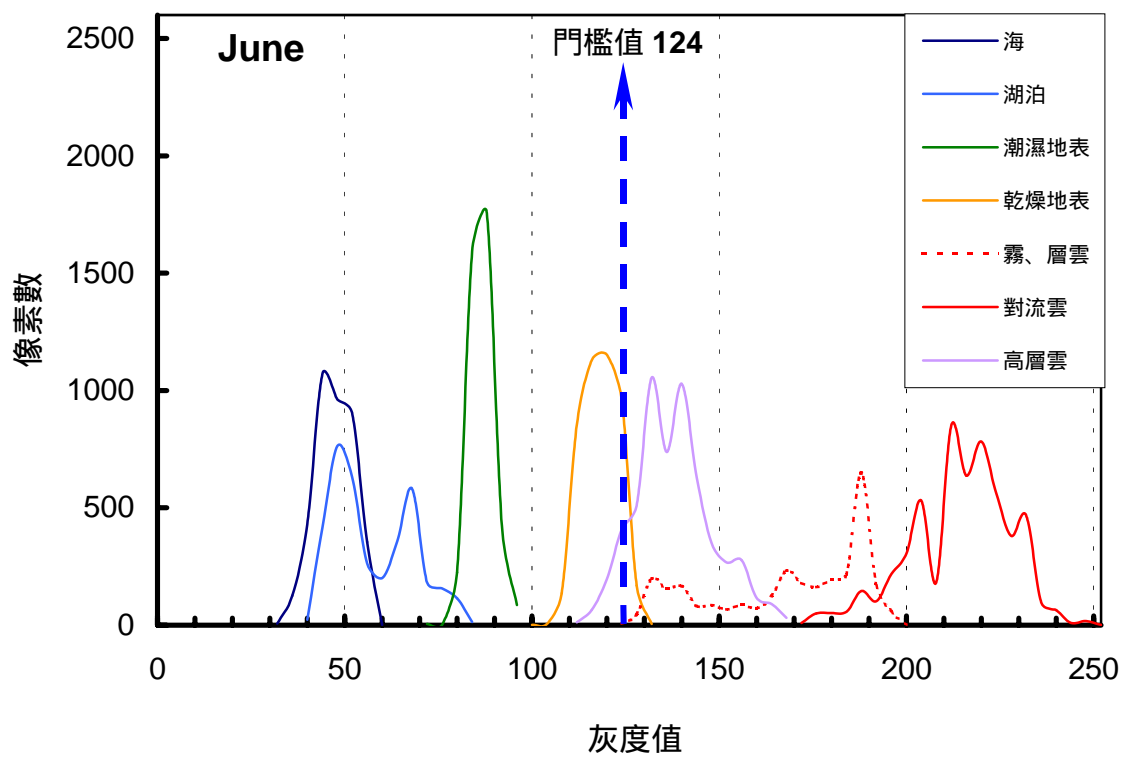
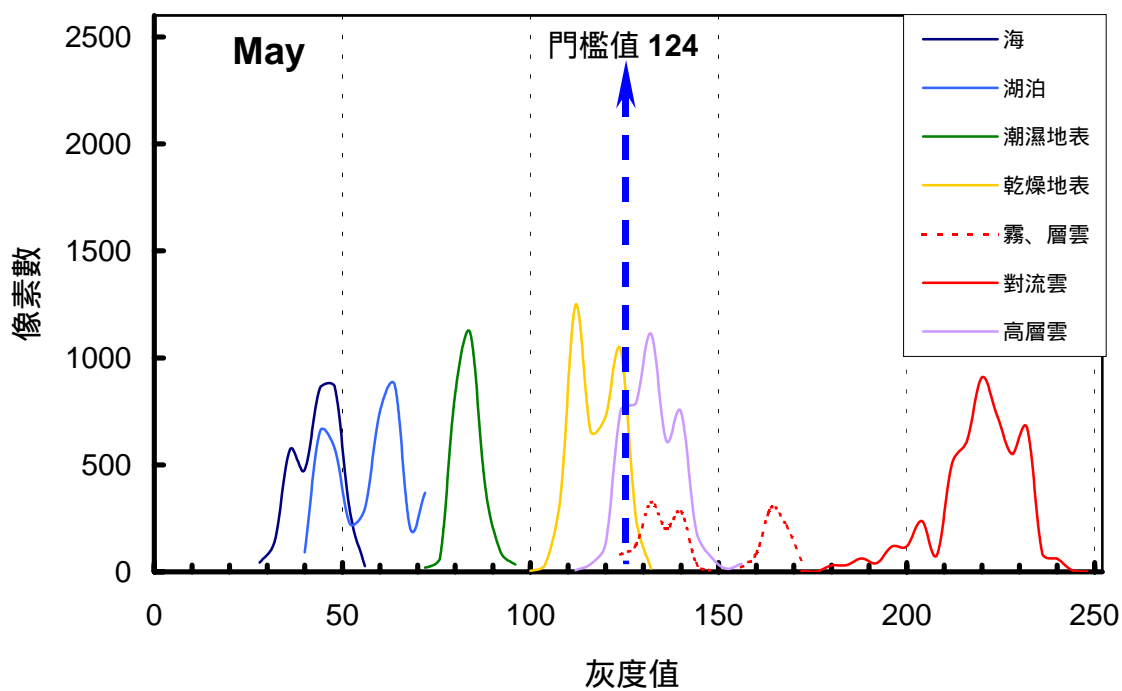


圖十二 地球同步衛星 2002 年各月平均灰度值分布情形

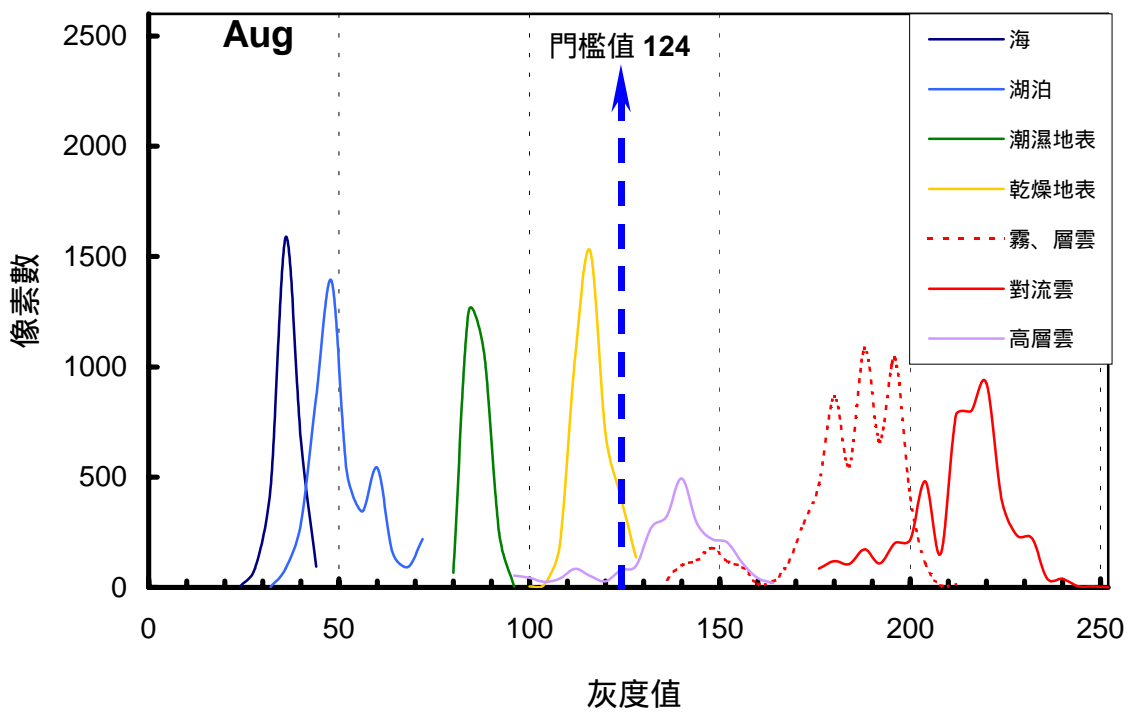
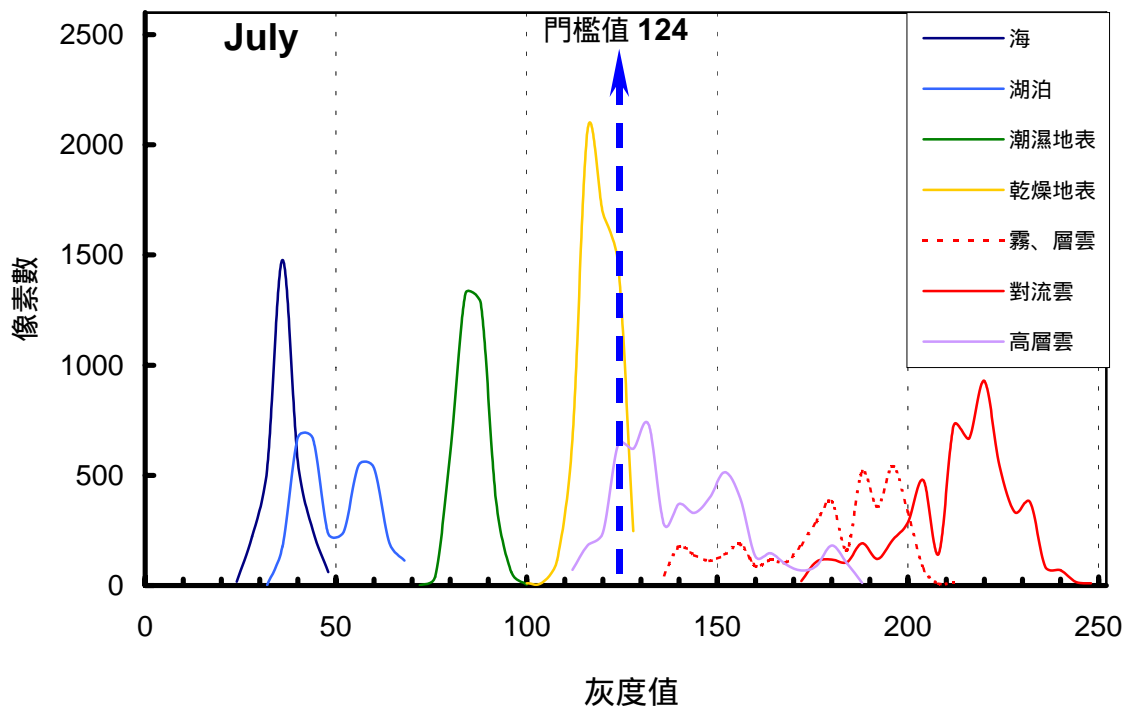
註：灰度值 (0~255)



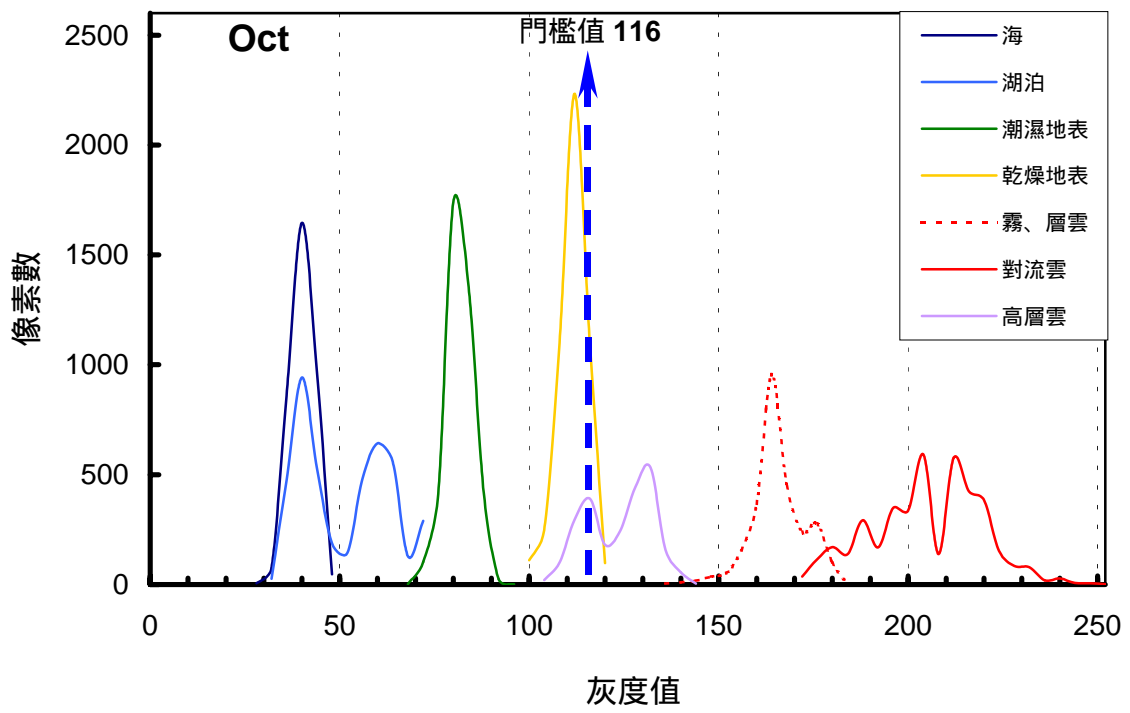
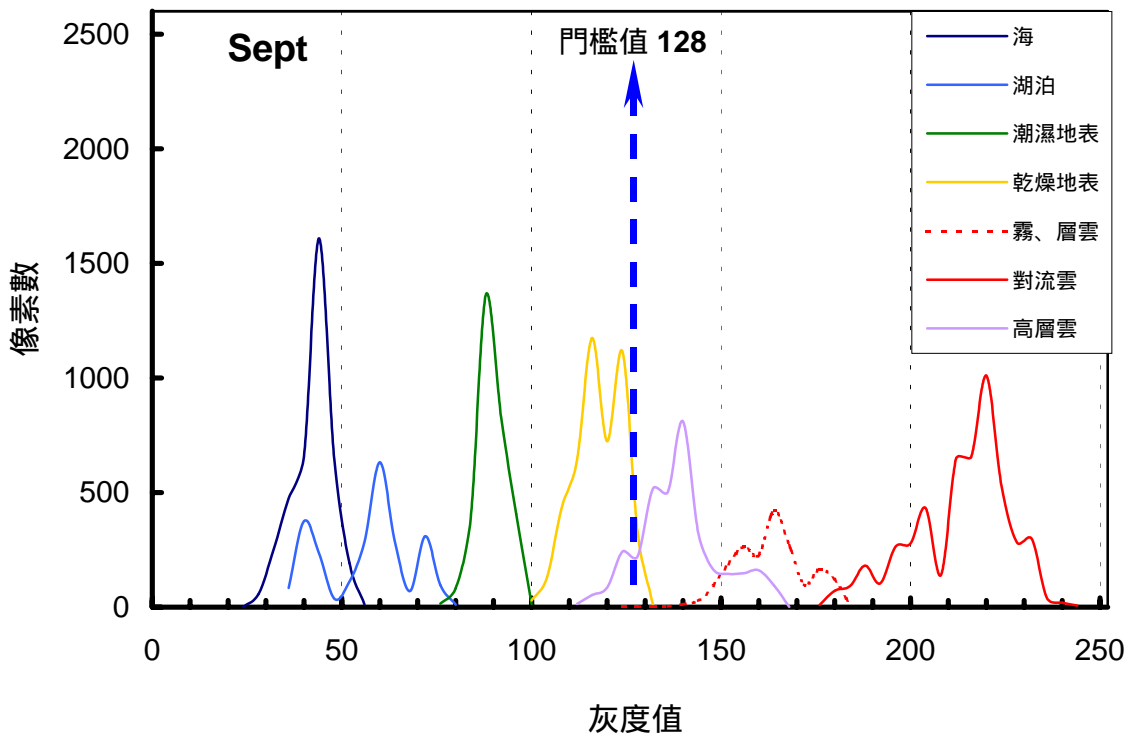
續圖十二



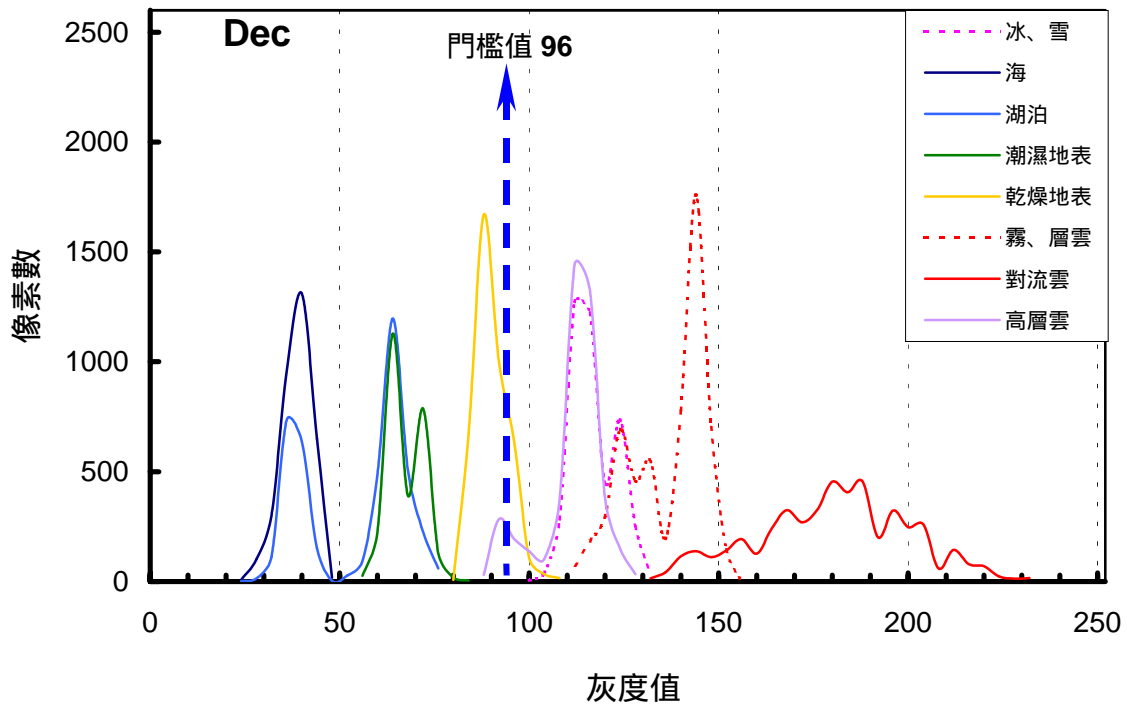
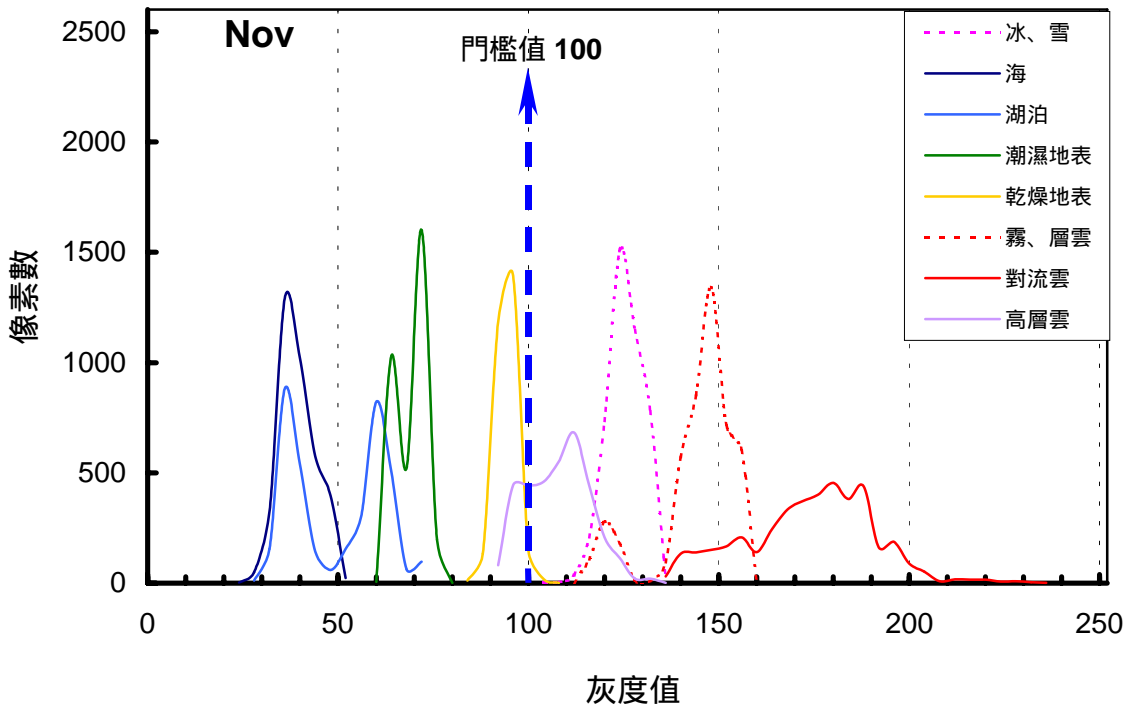
續 圖十二



續 圖十二



續 圖十二



續 圖十二



現象，其出現 100、112 兩個灰度極大值。高層雲反照率灰度值偏於此乾燥地表右邊，約為 96~128。地表的積冰與積雪與較低層的霧或層雲，反照率灰度值集中於 124~136。灰度值超過 160 都屬於對流雲部分，反照率灰度值峰值出現在 168~180。

三月我們可明顯的看出地表反照率有明顯升高情形，海面反照率灰度值仍是較其他表面為低，分佈範圍在 36~60 之間，峰值出現於 48 處。其次為內陸水體部分，出現兩個明顯高反照率的集中帶，分別在 64 與 72 處。潮濕表面反照率則集中灰度值在 84~88。乾燥地表仍然與高層雲、霧區、地面積雪部分反照率灰度值有重疊現象，分佈於 92~136，灰度值在 112 處有極大值出現。高層雲反照率灰度值則集中於乾燥地表右側之 116~132。霧區與層雲涵蓋範圍較廣，出現有 140~148、164~168、176~180、三個較明顯灰度值集中。對流雲的灰度值分佈仍然高於其他地表特性，分布在 140~248，峰值分別為 204 與 212。圖中可發現潮濕地表、水體、對流雲的部分都與其他表面有顯著的分佈區間。

四月份明顯增暖，地表已經無明顯的積雪現象，但仍然可發現潮濕地表與水體反照率灰度值都低於 96。海面反照率與陸上水體反照率大部分有重疊情形出現，灰度值主要集中於 40~52 之間。潮濕地表反照率分佈於 72~96，灰度峰值在 84 處。乾燥地表與高層雲仍有部分重疊，灰度值分佈範圍在 100~128，高層雲反照率灰度最大值出現在 124。霧區與層雲出現頻率最多灰度值在 140~156 之間。對流雲灰度值超過 164，有兩個明顯集中帶，分別為 196~204 與 212~220。

五月洋面反照率灰度值分佈於 28~56 附近，湖面部分灰度值與海面重疊，其反照率出現最大頻率在 44~48 與 60~64 處。潮濕陸表仍然與其他特性表面有明顯的分佈界線，反照率灰度值分佈區間為 72~96，最大頻率灰度值出現在 84。乾燥表面反照率灰度值仍集中於

112~124，在 116~128 附近與高層雲有重疊情形，但高層雲灰度值則集中於 124~140。霧區與層雲反照率灰度值明顯集中於 132~140 與 164~168。對流雲灰度值則介於 172~248，超過 164，主要出現頻率集中在 212~232。

六月海面與陸上水體反照率灰度值分佈情形類似五月型態，主要集中於 40~56 之間，但湖面在灰度值 68 處有另一次高頻率出現。潮濕區範圍依然分佈於灰度值 72~96 區間，最大灰度峰值為 88。乾燥地表部分灰度值仍涵蓋高層雲系反照率分佈區，其灰度值集中在 112~124 附近。高層雲在乾燥表面右側出現 132、140 兩個較高頻率反照率灰度值區域，此高層雲亦同時涵蓋大部分的霧與層雲區域，另外霧區在 188 的地方有較高反照率灰度值發生頻率。直展雲系的對流雲，一般都有較高的反照率，因此分佈於 172~252 灰度值之間，但主要高頻率區則集中於 204~232。

七月的各種不同表面反照率灰度值分佈情形顯示，海面與湖泊區的水體性質表面，反照率灰度值分佈於 24~68，海面反照率高頻率區出現在 36，陸上水體反照則為 40~44、56~60 處。潮濕區同樣與其他表面反照率灰度值有明顯區隔，灰度值分佈範圍在 72~100，最大值集中於 84~88。乾燥表面分佈於 100~128，峰值出現在 116。高層雲系反照率灰度值則集中於 132 與 152。霧區與層雲反照率灰度值涵蓋部分高層雲與對流雲區域，在 180~196 為頻率集中帶。對流雲灰度值主要集中區則在此低層雲系右方，約在 204~232 附近。

八月水體與潮濕地表反照率灰度值低於 96，海面反照率灰度峰值出現於 36，陸上湖泊區灰度值則集中於 44~60 處，潮濕表面最大灰度值在 84~88。乾燥地表反照率灰度值則分佈於 100~128，最多頻率位在 112~116，由於高層雲透光特性，因此部分高層雲區之反照率亦涵蓋在此範圍內，但高層雲主要灰度值在 132~152，有較多發生頻率。霧區

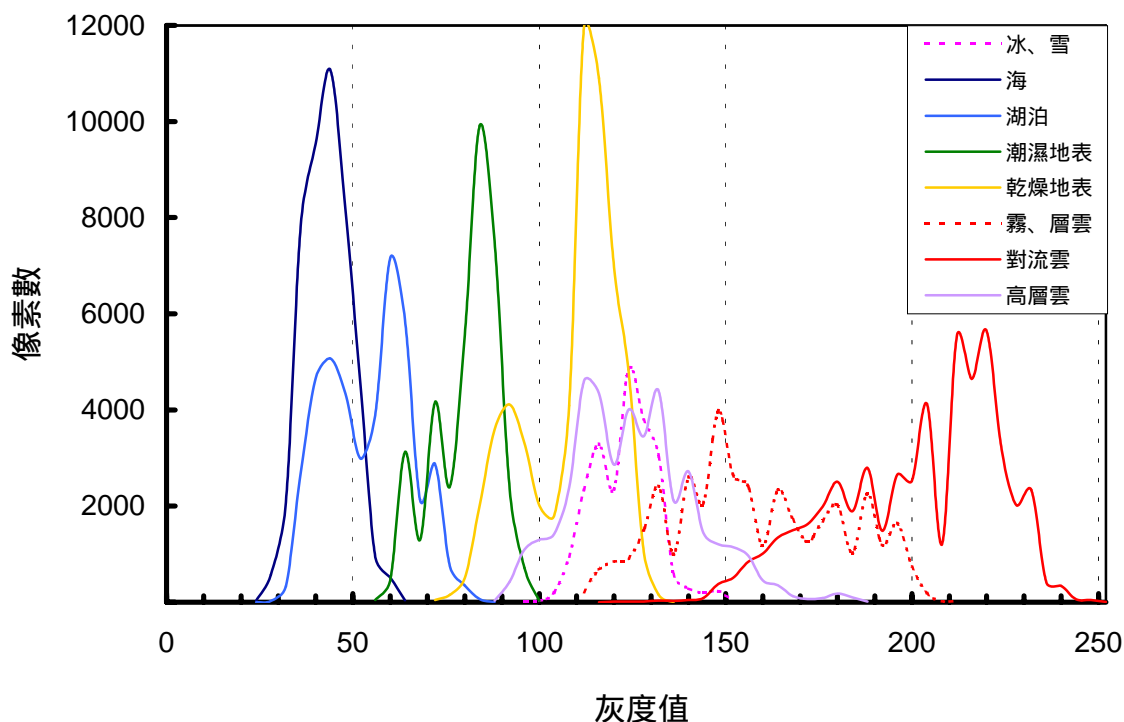
與層雲灰度值出現較多次數集中在 176~200。對流雲因具有較深厚的垂直發展性，反照率灰度值發生頻率較高區域發生 204~224。

九月水體與潮濕地表反照率灰度值與八月類似，都低於 100，海面灰度最大值在 44，湖泊出現了 40~44、56~64、72 三個較明顯集中帶，潮濕表面灰度值集中於 84~96，最大灰度值為 88。乾燥地區灰度值分佈於 100~132，同時涵蓋部分高層雲系反照率區，其灰度值集中於 112~124 附近。高層雲最大發生頻率灰度值在 140，霧區與層雲則分佈於高層雲系右側地區，主要反照率灰度值集中帶位於 156~168。對流雲灰度值則分佈於 176~244，反照率峰值出現在 220 處。

十月海面反照率灰度值與陸表水體反照率灰度值在 36~44 附近都有高頻率情形出現，但湖泊有另一較大反照率值出現在 56~64。潮濕表面反照率灰度值則低於 96，在灰度值 80 處有一峰值出現。乾燥地表反照率灰度值超過 100，集中於 108~116 之間，高層雲部分反照率灰度值與乾燥表面重疊，反照率出現較高頻率在 112~116 與 128~136。霧區與層雲灰度值涵蓋在 136~184 範圍，最大峰值在 164。對流雲相同的仍具有高反照率主要灰度值集中在 196~220 之間。

進入到十一月份氣溫明顯下降，地表開始有固態降水發生，因此部分地區有積雪現象發生，亦因太陽直射點南移，地表反照率亦明顯下降，海面與湖泊等水體表面，反照率灰度值集中於 32~44 之間，陸上水體另一較高頻率反照率發生在灰度值 60 處，與潮濕環境反照率有部分重疊，潮濕表面灰度值分佈在 60~80，最高頻率出現於 64 與 72。乾燥區反照率灰度值則集中於 92~96，部分反照率與高層雲有重疊。高層雲系灰度值則分佈在 92~132，高頻率出現於 108~112。地表積雪所反映的反照率灰度值集中區在 120~132。霧區反照率則高於積雪，灰度值集中於 140~156，部分與對流區域重疊，對流雲反照率灰度值分佈範圍較十月份下降更為明顯，較大頻率發生在 168~188 附近。

十二月海面與湖泊區反照率灰度值有相同分佈型態，分佈區間在 24~48 之間，灰度值於 36~44 處具有較多發生頻率，陸表水體另一反照率灰度最大值與潮濕表面相同分佈於 64，潮濕區次高反照率灰度峰值出現在 72 處。乾燥地表反照率灰度值分佈於 80~108，最多頻率發生在 88 處。高層雲系主要反照率灰度值與地表積雪在 112~116 處有相同的分佈型態，都顯示有一峰值存在。霧區與層雲的極大灰度值則介於高層雲與對流雲之間，霧區反照率灰度值集中在 140~148。對流雲反照率灰度值峰值出現在較高的 180~188 範圍。



圖十三 地球同步衛星 2002 年所有表面全年平均灰度值分布情形

由 2002 年全年平均不同表面特性反照率灰度值統計發現 (圖十三)，水體與潮濕表面灰度值都低於 100 以下，各表面特性中以海面平均反照率最低，峰值出現在 44。其次為湖泊反照率，湖泊灰度值出現兩個最多發生頻率，分佈與海面型態一致，另一峰值則在灰度值 60

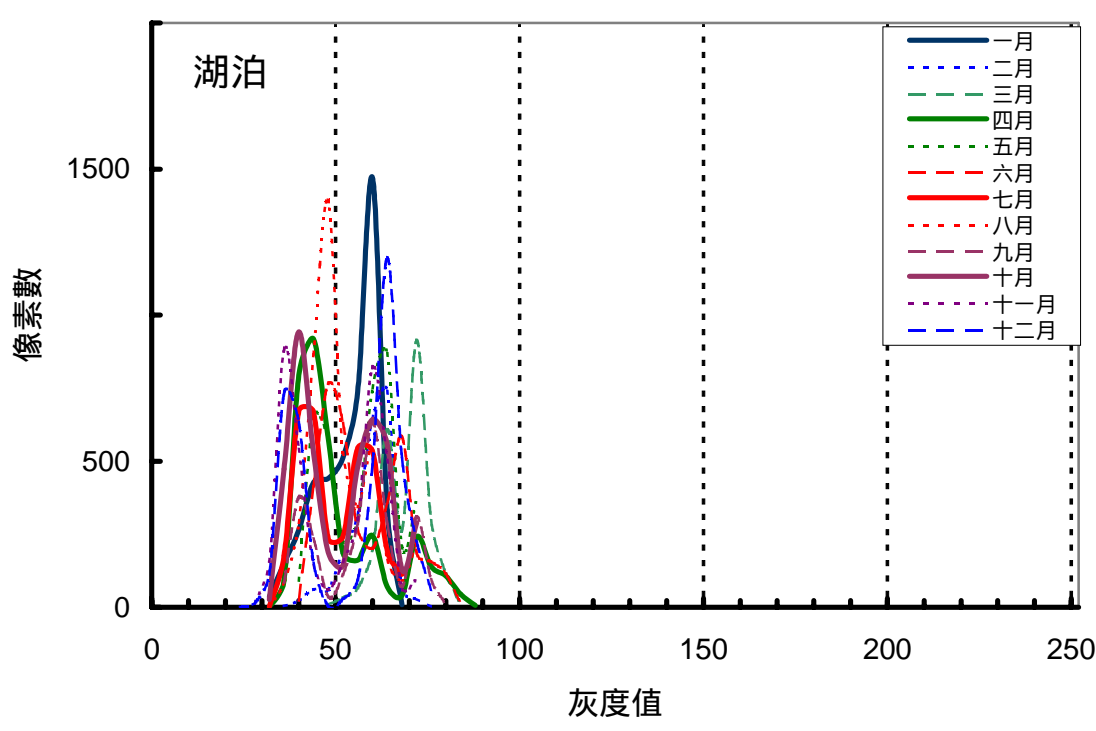
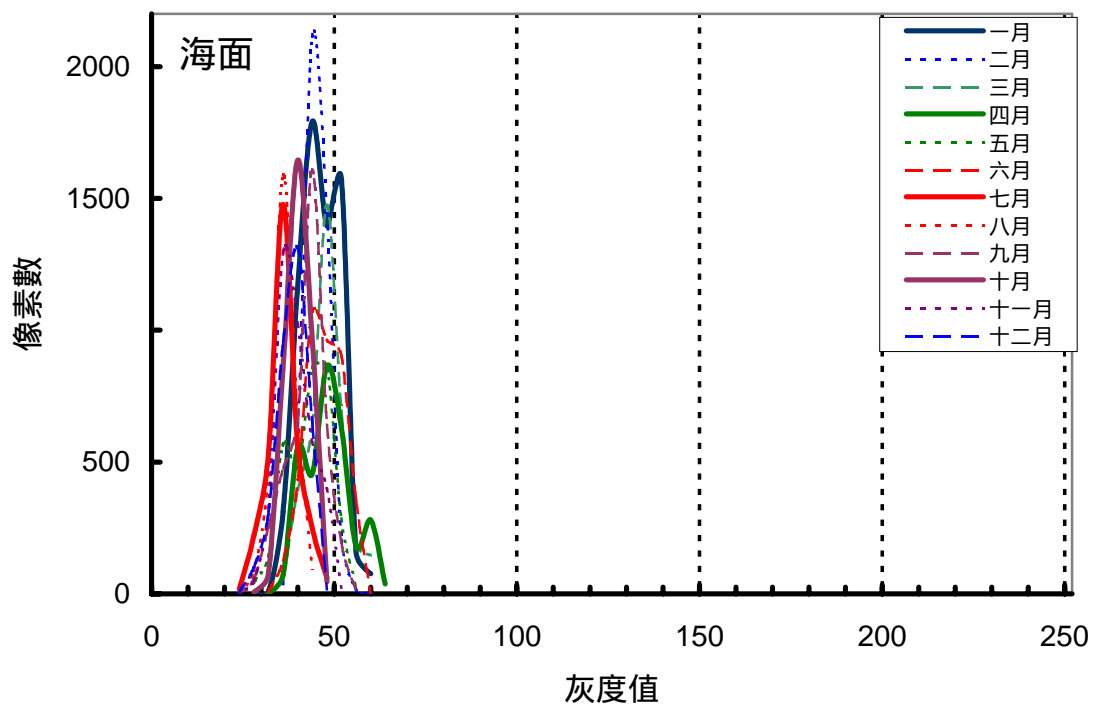
處。相對於水體，潮濕表面有較高反照率，主要集中區在 72~88 之間。乾燥表面則依月份而有較大變動，灰度值範圍分佈在 72~136，在此區間中有兩個主要峰值，灰度值分別為 92 與 112。乾燥地表反照率灰度值分佈部分與潮濕表面、高層雲、霧區、地表積雪灰度值有重疊情形，但最多發生頻率區間因地表特性不同而有變化，高層雲系分佈最頻繁區域在 112~132 處的灰度值，積雪集中於 124~132，霧區則位在 132~156。對流雲因具有垂直發展性，對太陽光反照率最高，相對反應較高的灰度值，較高頻率出現在 204~224。

此外我們發現不同地表特性依月份，其反照率灰度亦隨季節變化而有所不同（圖十四）。海面之反照率灰度值分佈區域在 24~64 之間，暖季七、八月反照率最低，灰度值約在 36 處具有較多發生頻率，冷季的十二、一、二月有較高的灰度值，主要集中在 40~52，全年平均發生較高頻率出現在 36~48，峰值出現在灰度值 44 處。

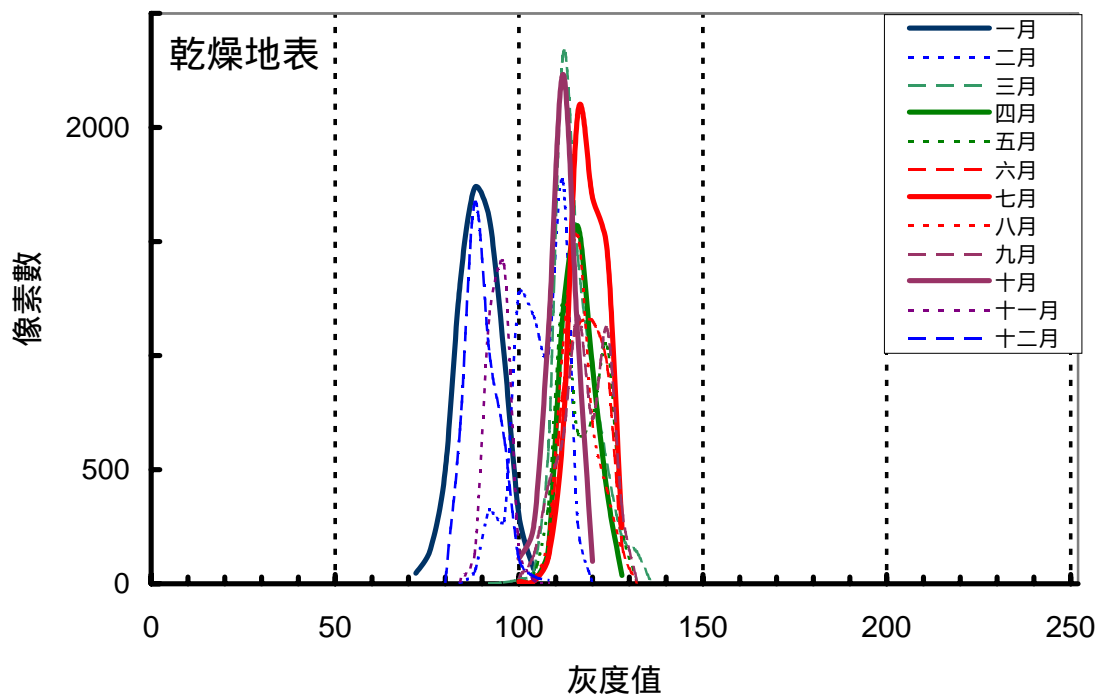
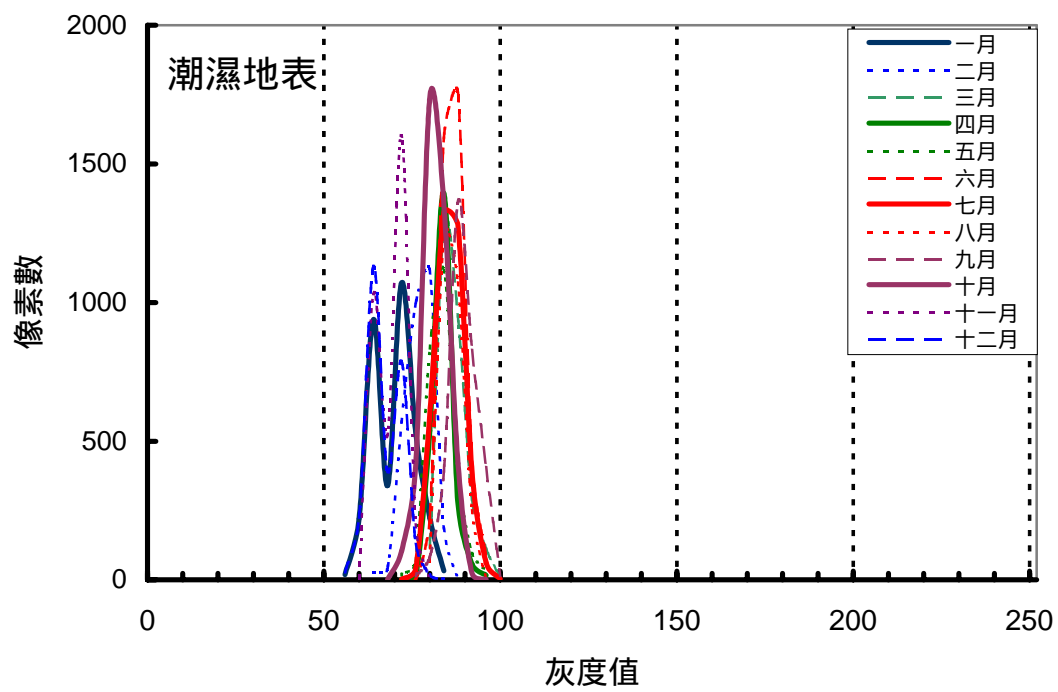
陸上水體則隨季節變動較無明顯規律性變化，冷季的十二、一、二月份反照率相同亦有較高的灰度值的表現，大都集中於 60~64 附近，但在十一、十二月有另一峰值位於灰度值 36。暖季四月~八月灰度值集中在 44~48 之間，但五、七、八、九月有另一較多頻率發生於灰度值 56~64。

潮濕地表反照率灰度值由圖中可發現較有規律性的季節變化，冷季的十一~二月灰度值集中分佈於 64~72，三月開始反照率增加，峰值位於灰度值 80，四~八月份地表增暖，反照率灰度峰值增至 84，九月出現最多頻率灰度值成為 88，進入到十月灰度值降低為 80~84。

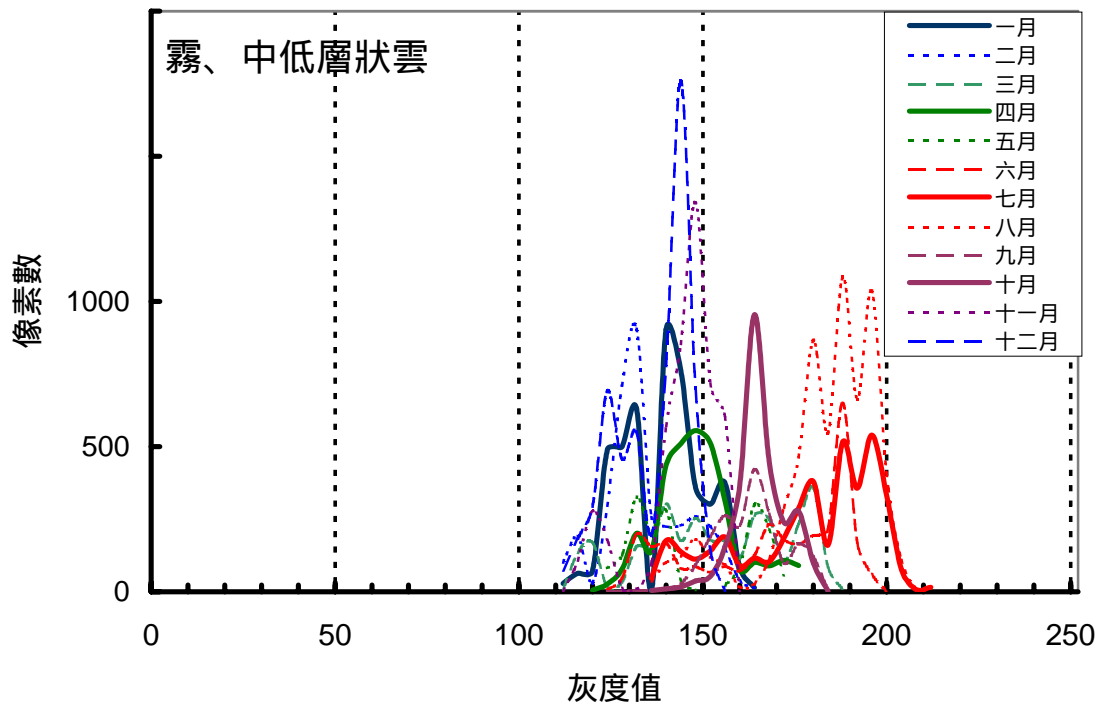
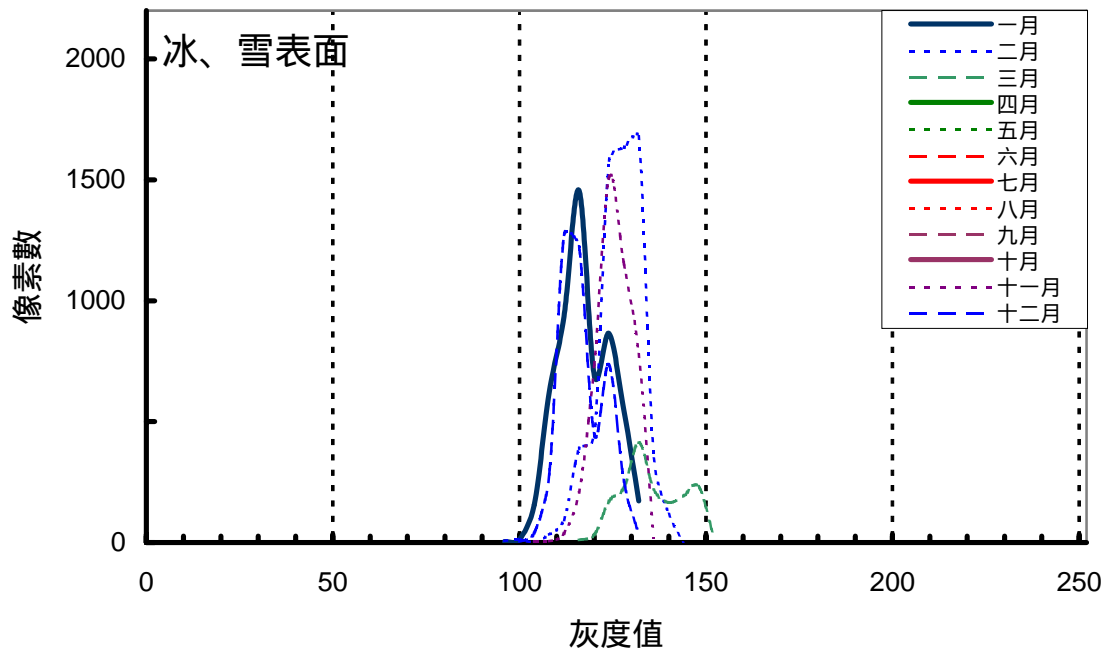
乾燥表面反照率灰度值與潮濕地表隨季節變動有類似的規律性，十一月反照率灰度值介於 92~96 之間，進入十二~一月份灰度值分佈區間集中於 84~96，二~三月反照率最多發生頻率極大值出現在



圖十四 地球同步衛星 2002 年不同表面特性各月平均灰度值分布情形

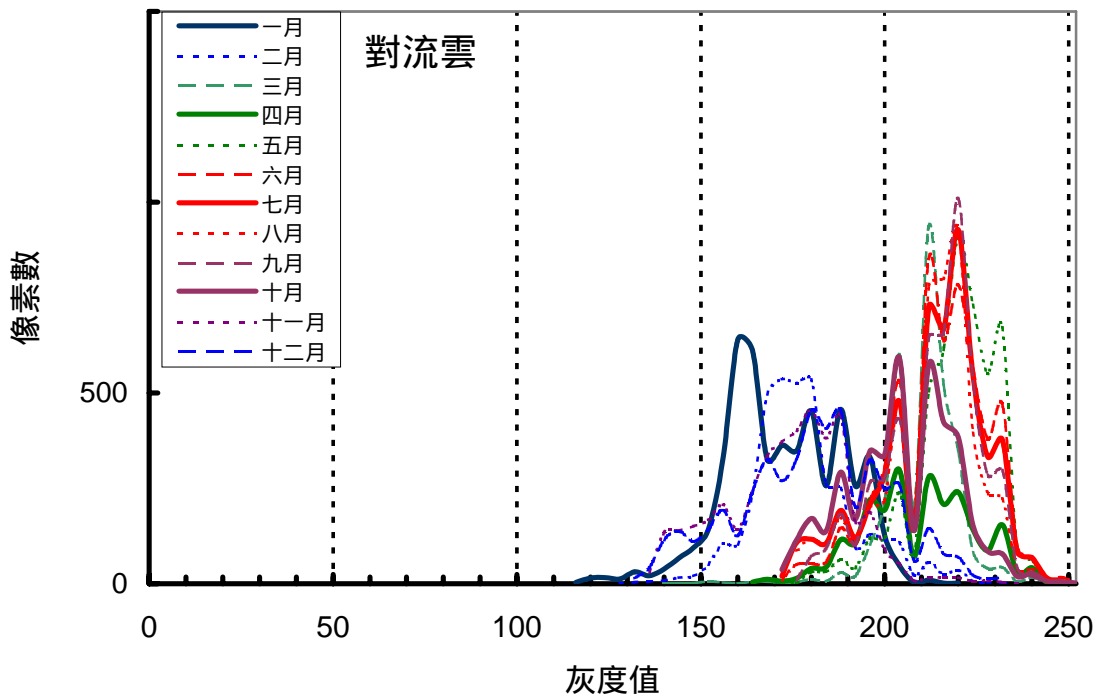
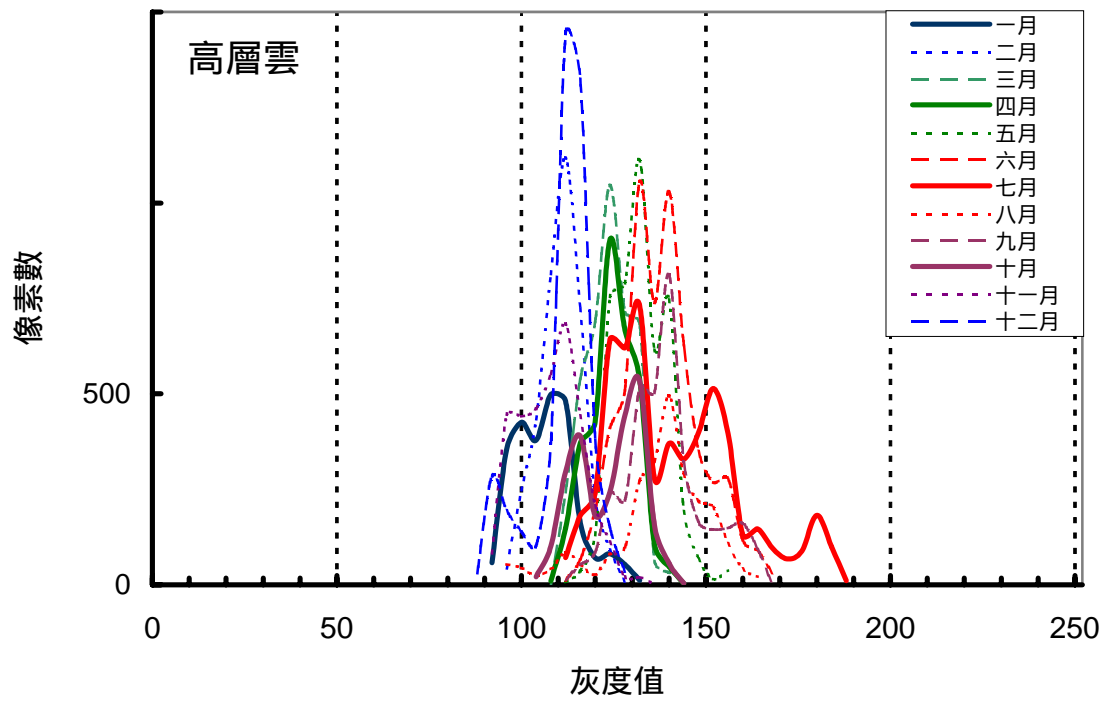


續圖十四



續 圖十四





續 圖十四

灰度值 112，四~九月份反照率集中於 112~124，十月反照率灰度值則降為 108~116，峰值出現在 112。

因暖季都屬液態降水季節，故地表積雪僅存在於冷季固態降水的十一~三月期間。最早積雪出現在十一月，積雪反照率灰度值集中於 120~132，峰值出現在 124。十二~一月份積雪反照率稍有下降，灰度值約在 112~116 出現較大值，二月份地表積雪的反照率明顯升高，灰度值集中於 124~132，峰值則在灰度值 132 處。三月因地表增暖，積雪現象明顯減少，反照率分布型態與二月類似，峰值出現在 132。

霧區與層狀雲屬於發展於低層較深厚雲系，因此有較高反照率值。在暖季的六~八月，灰度值分佈在 176~200 附近，反照率明顯高於其他月份。九、十月則因太陽直射點逐漸南移，雲系垂直發展高度降低，反照率灰度峰值降為 164。十一、十二月霧區與層雲灰度值發生最多頻率區在 144~148。一月份灰度值集中於 140~144 之間，直到二月份霧區與層狀雲灰度值達到最小值，大部分集中於 128~132。三月開始反照率灰度值開始逐漸回升至四月反照率灰度值發生頻率最高區集中在 140~152。

高層雲系因具有部分透光特性，故反照率灰度值經常與乾燥表面、霧區、積雪有重疊情形，但由各月份統計分析顯示，高層雲系在暖季有較高的反照率。除七月份高層雲反照率灰度值集中於 124~132 附近外，六、八、九月的灰度值大部分都集中在 132~140 達到最大值。十月份反照率灰度值降至 128~132，十一、十二月反照率的峰值則出現最低灰度值，其分佈於 112 處。一~二月灰度值集中在 108~112，三、四月份高層雲反照率灰度峰值在 124，五月灰度最大值再度升高成為 132。

對流雲因有顯著垂直發展性，因此相較於地表特性或其他雲屬，

對流雲具有最高反照率。暖季時對流雲可發展至相當程度高度，五~九月對流雲灰度值分佈型態相似，都具有較高反照率，分佈範圍在 212~232 之間，灰度峰值則都出現於 220。十月反照率灰度峰值降至 204~212，十一、十二月灰度值發生較多頻率集中於 176~188，一月反照率灰度值達到最低值，集中於 160~164。二月份灰度值開始升高，大部分集中於 168~180，三、四月反照率灰度值則迅速回升至 204~220。

由以上分析顯示，不同表面特性之反照率灰度值，各自有不同的反照率分佈範圍且隨季節而有明顯的規律性變化。暖季時，潮濕表面、乾燥地表、霧區、高層雲與對流雲系，都較冷季有相對偏高的反照率，其中以對流雲的反照率灰度值最高，霧區與中低層雲次之，較低的反照率表面為地表積雪、乾燥與潮濕地表。

水體部分相較於陸表、各種不同雲區部分，顯示有不同的季節變化特性，海面與湖泊在冷季時則具有較暖季為稍微偏高的反照率，此可能與水體隨季節性的降水、蒸發的變動性有關。所有表面特性中，一般水體具有偏低的反照率灰度值，其中以海面的反照率最低，再者為陸上水體。

## 第二節 可見光頻道初步反照率門檻值選取

由上節圖十之可見光頻道灰度值統計分布圖，我們可發現各月不同表面特性的反照率灰度值各有其分布範圍，表面水體反照率與潮濕地表反照率，明顯的與其他表面有不同的分布範圍，此兩種性質表面都呈現較低的反照率灰度值，可充分表現地表反照率的表面特徵。

存在地表的高反照率乾燥區域與冬季的地表積雪，各月明顯都比水體與潮濕環境有較高的反照率灰度值的表現，因此地表積雪與乾燥環境反照率經常與存在於地表上方各種雲層，部分有相似的反照率灰度值。特別是存在大氣環境中的高層雲系，由於高層雲系無明顯垂直發展性且具有透光性，對太陽輻射除可以反射自己所受到的太陽輻射亦同時反射來自下層表面的反射。所以必需初步由可見光頻道資料中，分離地表與大氣環境不同特性表面的反照率灰度值，以獲得可見光頻道中，大部分可真實表現地表特性反照率灰度值。

因此，我們將主要受到大氣高層雲系影響的乾燥地表反照率分布情形逐月審視，將乾燥地表反照率灰度峰值右側，受到大部分高層雲系反照率影響區域去除，初步保留大部份地表的反照率灰度值，此反照率灰度值我們稱之為初步決定門檻值（threshold）。依此可見光頻道檢定門檻值原則，各月門檻值設定如下（表五）：

表五 反照率灰度門檻檢定值

月 份	灰度門檻值
一 月	100
二 月	116
三 月	120
四 月	120
五 月	124
六 月	124

七月	124
八月	124
九月	128
十月	116
十一月	100
十二月	96

因各月不同表面特性反照率灰度值隨季節變化而有規律性變動，我們逐月檢定不同門檻值發現，五~八月暖季地表灰度門檻值約為 124，九月灰度門檻值為 128 達到最高，隨之進入冷季後地表反照率降低，到十二月有最低的灰度門檻值出現，一月後地表反照率逐漸增加。

乾燥地表、積雪部分與雲層重疊的反照率灰度值的保留，我們將引進紅外線頻道表面亮度溫度資料與地面實際觀測氣溫資料，藉由濾雲法將大氣環境雲系反照率灰度值影響的部分去除，保留剩餘的實際高地表反照率值。

### 第三節 小 結

地球不同表面特性環境，各自有其不同反照率分佈區間範圍且隨季節而有明顯的規律性變化。暖季時，潮濕表面、乾燥地表、霧區、高層雲與對流雲系，都較冷季有相對偏高的反照率，其中以對流雲的反照率灰度值最高，霧區與中低層雲次之，較低的反照率表面為地表積雪、乾燥與潮濕地表。

湖泊反照率相較於海面反照率有較明顯的變動性。海面與湖泊在冷季時則具有較暖季為稍微偏高的反照率，此可能與水體隨季節性的降水、蒸發的變動性有關。所有表面特性中，一般水體具有偏低的反照率灰度值，其中以海面的反照率最低，再者為陸上水體。

因此我們可藉由地表與大氣環境中雲系的反照率灰度值不同區間分布特性，在可見光頻道資料中決定初步灰度門檻值，保留大部份地表的反照率灰度值。乾燥地表、積雪部分與雲系重疊的反照率灰度值，我們將引進紅外線頻道表面亮度溫度與地面實際觀測氣溫的溫度偏差濾雲法，藉由濾雲法將大氣環境雲系反照率灰度值影響的部分去除，保留剩餘的實際高地表反照率值。