

Radar Simulator의 Coastline—Generator 用 Map 作成을 爲한 陸地有效反射 面積에 關한 考察

朴 範 植

A Study on the Analysis of the Effective Reflecting Area of the Land Targets for the Improvement of the Radar Simulator Map

B. S. Park

目 次

I. 序 論	IV. 測定結果 및 分析
II. 問題提示와 接近方法	V. 結 論
III. 測定裝置 및 測定方法	參考文獻

Abstract

This paper deals with the study of the effective reflecting area of the land targets for the improvement of the map of the Radar Simulator, through the analysis of the pictures on P. P. I Scope.

It is very important to anticipate the effective reflecting area of land marks, either for interpretation of radar scope or for simulating accurately the radar scope, but has seldom been studied theoretically or experimentarily, especially on the stand point of simulating the radar scope.

Most of the maps of Radar Simulator in use are made without consideration of the effective reflecting area of land marks, so that the P. P. I. Scope of the Radar Simulator may show much different pictures from the actual shore line and other targets.

This paper has derived the following conclusions by experimental procedures.

1. The effective area of the land target greatly varies according to the gradient of the contours, roughness and material of the land surfaces, so that simulator maps of uniformly coated land target practically used now may be effectively improved by varying the intensity of the land marks proposed in this paper.

2. The intensity of the land targets on the P.P.I. is also related much to the distance from the radar, so that the precalculation of this effect may results in a much simulated P.P.I. picture improved.
3. If the ambient condition is constant, the intensity of the picture increases as the height of the targets is increased.

I. 序 論

航海士가 Radar를 使用하는 最終의 目的은 Radar 畫面上에 나타나는 여러가지 映像을 判讀하여 그에 依한 情報을 船位測定과 衝突豫防등에 利用하여 安全航海를 達成하는데 있다.

Radar에 依하여 正確한 情報을 얻기 爲해서는 機器自體의 性能과 調整이 완벽하여야 함을 물론 이거나와 Radar波가 傳播되는 媒質의 性質등도 考慮되어야겠으며, 目標物의 大小, 相對的 位置關係 및 材質 등에 따르는 畫面에의 反應의 差異도 또한 重要한 要素로써 고려되어야 한다.

船舶用 Radar畫面은 PPI方式(Plan Position Indicator : 平面圖 表示法)이지만 實際로 Radar에 나타나는 映像은 空中에서 肉眼으로 보는 畫面 또는 一般海圖에 依하여 航海士가 상상하는 畫面과는 많이 다르며, 따라서 目標物의 有效反射面積에 따르는 Radar畫面의 反映度를 豫測하는 것은 대단히 重要하다.

本論文은 이러한 點에 着眼하여 Radar 畫面上에 나타나는 映像, 特히 孤立物標, 海岸線, 山과 같은 大形 映像의 性質을 分析하여 現用의 Radar Simulator에서 使用하는 Coastline Generator用 海圖의 改良에 必要한 根據資料를 얻는 것을 主目的으로 한다.

現用의 Radar Simulator用 海圖는 陸地의 各部分의 有效反射面積의 大小는 전혀 考慮하지 않고 모두 같은 濃度로 塗裝하여 寫眞攝影하여 使用하고 있으며, Shadow Effect를 내기 爲해서 本船에서 보아 처음 陸地가 나타나는 部分에서부터 一定量의 映像을 積分하여 그 濃度의 積分量이 임계치를 超過하면 映像을 나타내지 않는 方法을 쓰고 있으며, 따라서 實際의 映像과는 상당히 다른 畫面을 Simulator 畫面에 나타낼 可能性을 지니고 있다.

이러한 現實에 비추어 陸地의 有效反射 面積을 감안하여 그에 따른 陸地의 濃淡을 준 海圖를 使用하면 비록 定全하지는 못하나 現在보다는 좀더 實物에 가까운 Simulator 畫面을 얻을 수 있을 것이 豫想되며 이러한 陸地의 登高線의 傾斜(Gradient)에 따르는 有效反射面積의 大小의 豫測은 實際船舶에서도 航海士가 Radar에 依한 情報을 올바르게 解析하는데도 크게 도움이 되리라 期待된다 千差萬態인 陸地地形의 變化에 따르는 有效反射面積의 豫測은 現在로서는 理論의으로는 거의 不可能하며 또한, 航海學의 立場에서 그 重要性이 充分히 認識되고 있음에도 不拘하고 實驗的으로도 이를 규명한 例는 거의 全無하다.

따라서 本論文에서는 매우 限定된 海域에 局限하여서라도 純粹히 實驗的으로 地形과 有效反射 面積과의 相對的인 函數關係를 찾아내고자 試圖하였다. 그 方法으로서 釜山港入口인 緯度 $34^{\circ} 46.0' N$ 에서 $35^{\circ} 05.8' N$ 사이와 經度 $128^{\circ} 58.4'E$ 에서 $129^{\circ} 14.0' E$ 사이인 海域을 中心으로 하여 Rader의 Gain과 Range를 可變시키고 또한 目標物과의 相對的 位置關係를 變化시켜 가면서 Radar 畫面上에 나타나는 映像을 撮影하였고, 그 結果를 海圖와 比較하여 分析檢討하여 陸地의 有效反射 面積의 大小

를 判別하는 指標을 찾고져 試圖하였다.

II. 問題提示와 接近方法

보다 완벽하게 Radar 畫面을 疑似(Simulate)시키기 爲해서는 實際의 Radar 畫面上에 映像이 나타나기 爲한 條件을 明白히 할 것과 이러한 畫面을 如何히 疑似시킬 것인가의 兩面에서 研究檢討하여야 하겠다.

먼저 Radar 畫面에 映像이 나타나기 爲한 條件부터 檢討하면 다음과 같다.

(1) 物標로부터의 反射波가 Radar의 最少受信感度を 超過하여야 한다.

이 條件을 決定하는 要素로서는 Radar의 出力 Antenna의 利得(Gain), 電波傳播에 따르는 擴散과 減衰, 物標의 有效反射面積, Antenna의 實效受信面積, Antenna로부터 送受信器까지의 線路의 감쇠, 空間雜音 및 受信器初段의 熱雜音등을 들 수 있으나 이들 중에서 傳播經路上的의 擴散減衰와 空間雜音 및 物標의 有效反射 面積을 除外하고는 Radar 自體의 性能에 依하여 거의 決定되며 現在 市販되고 있는 Radar의 最少受信感度は 大部分이 -20 dB 内外이다. 이것을 式으로 表示하면 다음과 같다.

$$S_{min} \leq S = \frac{P_t}{4\pi r^2} \cdot A \cdot \frac{A_0}{4\pi r^2} \cdot A_r \dots\dots\dots(式 I)$$

S; 受信感度

r; 物標와 Antenna間的 距離

P_t; Radar 出力

A₀; Antenna 利得(Gain)

A; 物標의 有效反射面積

A_r; Antenna 有效受信面積

S_{min}; 最少 受信感度

(2) 物標로부터의 反射波가 受信될 때에 畫面에 映像을 나타낼 수 있는 狀態에 있어야 한다.

이것을 決定하는 要素는 Antenna의 垂直 Beam幅과 Pulse幅에 依하여 決定되는 Radar의 最少 探知距離와 現在 選擇된 Radar의 Range Scale(探知距離) 사이에 物標가 存在하여야 한다.

이들 중 最少探知距離는 現用的 Radar에서는 數十meter에서 百餘 meter 以內이므로 거의 無視할 수 있으며, 後者의 경우는 Simulator로써 實際 Radar의 指示器를 그대로 使用하고 있으므로 事實上 問題가 되지 않는다.

위에 說明한 條件에 依하여서 決定되는 Radar 畫面을 疑似시키기 爲하여 韓國海洋大學 Marine Simulator가 採擇하고 있는 方法은 前項에서도 簡單히 言及한 바와 같이 海圖上에 物標로서 나타낼 수 있는 部分을 同一한 濃度로 黑色으로 塗裝하여 正確한 縮尺에 依하여 撮影하여 Film을 만들고, 이를 Coastline Generator라고 불리는 裝置에 裝着하여 現在의 自船의 位置로부터 Simulator가 選擇한 Range Scale 以內에 部位의 濃淡程度를 物標로부터의 信號로 看做하여 指標器에 보내고 있다.

이러한 방식에 의한 Simulation에 있어서 가장 큰 問題點은 物標의 有效反射面積의 大小가 전혀 考慮되지 않는다는 것이며 가까운 物標에 의한 遠方物標의 遮蔽效果를 現實대로 나타낼 수 없다는 點에 있다.

後者の 경우는 차폐效果가 Radar에서 바라보는 方向에 따라서 전부 달라지므로 Radar의 照射方向에 따라서 다른 Film을 쓰지않고는 Film作成에 遮蔽效果를 反映시키는 것은 不可能하다. 또 이를 計算에 의하여 Soft的으로 解決하기 爲하여서는 使用하는 Film의 登高線을 計算機가 全部 記憶해야 하므로 막대한 記憶장치와 複雜한 演算 Programming을 必要로 하기 때문에 現實的으로 거의 不可能하며, 따라서 現用 Simulator System에서는 船舶의 位置로부터 放射線方向으로 物標의 濃度を 積分하여 그값이 一定한 臨界值를 넘어서면 映像을 畫面에 나타내지 않는 方式을 採擇하고 있다. 이러한 理由때문에 實際의 Radar畫面과는 많이 달라질 可能性이 있으나 本論文에서는 이에 對한 考慮는 除外하고 物標의 有效反射面積만을 고려하여 Coastline Generator用的 film에 物標의 有效反射面積에 比例하는 濃도를 줌으로써 Simulator의 畫面을 改良하는 問題에 局限하기로 한다.

上述한 바와 같이 Radar畫面에 映像이 나타나기 爲해서는 (式 I)의 受信電界感도가 Radar의 最少受信感도보다 커야 한다.

(式 I)에서 物標까지의 距離(r)와 物標의 有效 反射面積(A)을 除外한 모든 要素는 Radar에 의하여 人爲的으로 決定되며 따라서 特定한 Radar에 있어서 다른 모든 調整裝置를 一定한 狀態로 維持하고 受信感도 即 Gain만을 變化시켜서 Radar畫面에 나타나는 狀態를 觀察하면 物標의 有效反射面積의 定性的인 比較는 可能하게 된다.

一般的으로 物標의 有效反射面積은 物標의 機質에 따른 反射面積의 特性에도 어느程度 關係되지 만 Radar波가 光波에 比하여서 波長(λ)이 매우 길기 때문에 數cm 정도의 凸凹은 Radar波에 對하여서는 鏡面으로 보이게 된다. 따라서 裸土, 잔디地域과 沙丘등은 傾斜 및 보는 側面여하에 따라서는 Radar 畫面에는 전혀 나타나지 않을 것이 豫想되며, 따라서 物標의 有效反射面積을 左右하는 가장 重要한 條件은 反射體의 表面의 屈曲狀態와 反射體의 傾斜일 것이 豫想된다.

本論文에서는 Sadar의 感도를 最少狀態에서 漸次增加시켜가며 畫面에 나타나는 順序에 依해서 有效反射面積의 大小를 區別하고 地形의 特色과 有效反射面積과의 關係를 說明하는 것을 主된 目標로 한다.

물론 여기서 考慮되어야 할 것은 物標가 Radar 水平上에 있다는 前題하에 成立한다.

Radar Horizon까지의 距離는 地球의 變曲에 의한 物標의 遮蔽와 物標와 안테나의 높이, 뿐만 아니라 大氣의 分布狀況에 따르는 Radar波의 屈折정도에도 左右되지만 標準大氣에서의 Radar Horizon은 다음式에 依하여 決定된다.

$$R=3.56(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \dots\dots\dots(式 II)$$

R ; 測定可能 距離(mile)(Range)

h_1 ; 空中線의 높이(meter) (Antenna)

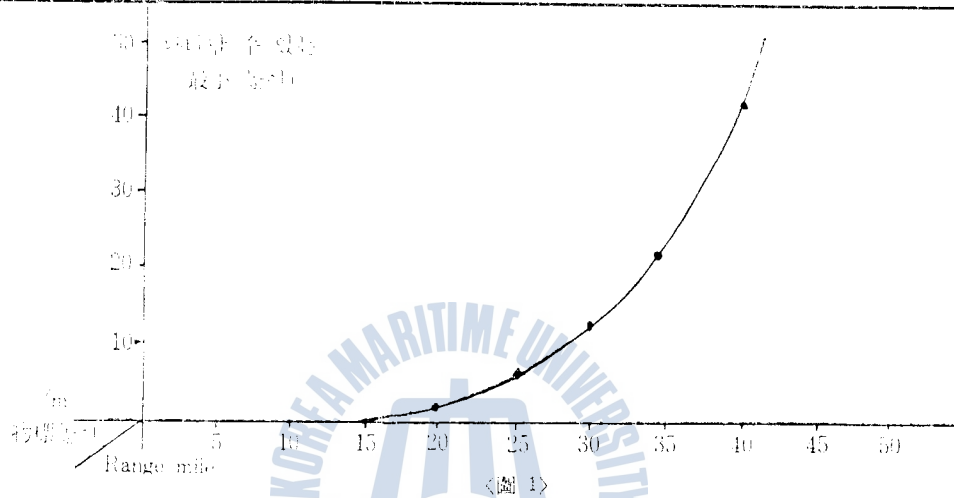
h_2 ; 物標의 높이(meter)

本實驗에 使用된 Radar Antenna의 높이는 水面上 23.8m였으며, 物標까지의 距離와 Radar水平

Radar Simulator의 Coastline-Generator用 Map作成을 爲한 陸地有效反射面積에 關한 考察 (5)

위에 나타나기 위한 物標의 높이의 關係를 (式II)에 依하여 計算하면 表I과 같고 이를 그림으로 표기하면 圖1과 같다.

Range (M)	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
物標 높이 (m)	0.03	0.54	1.69	3.47	5.87	8.91	12.53	16.88	21.81	27.28	32.57	40.48



上記 圖表에 依하여 Radar Horizon을 고려해보면 測定 Range로 使用한 6Mile와 12Mile의 兩 Range에서는 海面이 Radar水平線 以內에 物標가 存在하게 되어 遮蔽效果는 전혀없으며, 24Mile Range에서는 最少限의 物標높이가 3.47m 以上이어야 하는데 이는 特殊하게 낮은 海岸線部位를 除外하고는 대부분의 物標가 Radar Horizon에 있게 되므로 測定에는 影響을 미치지 않는다고 看做해도 無防할 것이다.

Ⅲ. 測定裝置 및 測定方法

Radar Scope에 나타나는 映像을 正確하고 效果的으로 撮影하기 爲하여 使用한 裝置 및 利用된 參考資料는 다음과 같다.

(1) 測定日時, 場所 및 海象

中 心 海 域	緯 度	34—46.0N	35—05.8N
	經 度	128—58.4E	129—14.0E
風 向 (風 速)		NNE, 4	NE, 3
氣 壓		1009 mb	1010 mb
溫 度 (Air/Sea)		22.5°C/24.0°C	23.0°C/24.0°C
波 高		0.5m	0.5m
天 候		partly cloudy	overcast

(2) 使用海圖

韓國海圖 No. 229 (1/250,000 漸長圖)

(3) 使用 Radar의 性態

(韓國海洋大學練習船 “한바다”號의 Main radar)

項 目	內 容
Type	MR-160AS (Tokyo Keiki Co. LTD)
探 知 Range (mile)	0.5, 1.5, 3, 6, 12, 24, 60, 120
Frequency	3050±10 MHz(S Band)
Min, detectible Range	20m 以上
Wave length	10cm
距離分解能	15m 以上
方位分解能	1.° 以上
Antenna beam 폭	(水平) 1.°9
◇	(垂直) 25°
Scanner 回轉數	22± $\frac{3}{2}$ RPM
Transmitter	Peak power 30KW
	P. R. R. (0.5~1.5mile 2,000 3~12 ◇ 1,000 24~120 ◇ 500

(4) 測定方法

寫眞攝影에 使用된 Camera는 Minolta SR-101로써 f;1:1.4 50cm의 廣角 Lenz를 부착했으며 film으로는 KODAK B&W ASA 400을 使用했다. 우선 Camera를 Radar의 Rubber Hood에 完全히 密着固定시키고 光線으로부터 密閉가 되게 장막으로 가렸으며 초점을 맞춘 후에 Gain을 最少, 中間, 最大의 順으로 增加시켜 가면서 그때 마다의 露出時間을 1.5~2 Seconds 사이에서 Rader 화면을 조절하며 撮影하였다. 各 경우의 船位는 Sud-rader, Decca 및 Cross-bearing의 세가지 方法에 依하여 同時測定하게 하여 最確位置를 決定했다. 露出時間의 決定에는 Gain과 Sweep 및 Dimmer의 調整量에 依하여 多少差異를 두지 않으면 안되었고 撮影하는 동안의 船體의 振動은 物標의 映像觀察에는 큰 誤差를 주지 않을 것으로 看做하고 이를 無視하였다.

IV. 測定結果 및 分析

(1) 中心海域(緯度 34° 54.'0N 經度 129° 03.'2E), Range 6 Mile

① Gain이 最少 2의 狀態에서 5.'2떨어진 곳에 있는 높이 25m 岩石으로 된 南兄弟島가 나타났다.

Radar Simulator의 Coastline-Generator用 Map作成을 위한 陸地有效反射面積에 關한 考察 (7)

② Gain을 5로 增加시킴에 따라 5.5mile上的 북형제도(높이 42m) 및 남형제도가 나타남 모두 바위섬이며 表層은 凸凹이 심하다. 同時에 木島(61m)가 나타났다. 목도는 암반과 잔디로 構成된 多少 편편한 모양을 하고 있으며 岩石材部分부터 보이기 始作했으며 약간의 鏡面現狀을 나타내었다.

③ Gain 8에서는 Range scale內에 있는 上記의 세 섬이 모두 선명하게 나타나고 있는 있으나 이 狀態에서는 훨씬 크기가 크고, 거의 같은 距離에 있는 木島가 흐리게 보이는 것은 木島의 構成材質이 岩石보다는 傾斜가 거의 없는 裸土와 잔디등으로 이는 굴곡이 있는 작은 크기의 岩石보다도 더 不良한 物標임을 말해주는 것이며, 따라서 또다른 面에서 有效反射面積은 반드시 物標의 크기에 比例하는 것이 아님을 알 수 있다.

(2) 中心海域(緯度 34° 53.'2N 經度 129° 05.'2E), Range 24 Mile

① Gain 最少 3에서 약 7mile上的 木島(61m), 남형제도 (25m), 북형제도 (42m)등이 (1)에서와 비슷한 強度로 나타났다. 映像을 비교해 보면 木島는 크기도 훨씬 크고, 거의 同一한 距離上에 있으나 表面의 굴곡이 많은 岩石材의 남·북 형제도가 上述한 (1)의 ③에서와 같이 明確하게 나타내며, 따라서 良好한 有效反射面積을 갖는다고 볼 수 있다.

② Gain 5의 特態에서 太宗臺(199~205m) 부근과 影島봉래산(395m), 서도(106m) 및 그 背面의 높은峯 등이 나타남, 太宗臺의 燈臺부근은 急傾斜의 屈曲이 심한 岩石으로 構成되어 있을뿐 아니라 相當한 높이를 갖고 있기 때문에 이 부근에서는 가장 有效反射面積이 良好한 物標라고 할 수 있다.

③ Gain 8의 狀態에서는 8mile上的 생도(53m)가 나타나기 始作함. 또한 遠方에 있는 서도(106m) 및 12mile 부근의 海岸線이 鮮明함을 알 수 있다. 이 海岸線도 散在한 岩石과 자갈 등이 널려 있어 매우 좋은 物標가 되고 있으며, 背面의 一部傾斜가 진 부분은 나타나지 않고 있는데 이곳도 편편한 잔디地域으로 多少의 鏡面反射效果를 보임을 알 수 있다.

(3) 中心海域(緯度 34° 53.'2N 經度129° 05.'2E) Range 24 Mile

① Gain 2에서 7mie上的 木島(61m)가 나타났다.

② Gain 4에서 鮮島(41m), 신전대(75m), 신전대 뒷산(172m), 장산봉(225m) 등이 나타나기 시작함. 이들 세 物標는 모두 急傾斜와 岩으로 構成되어 있다.(거리 15mile)

③ Gain 3의 狀態에서는 약 19.2mile上에 있는 巨濟島의 높은 峯들과 가덕도(459~312m)가 明確하게 나타났다.

여기서 特히 注目할 것은 생도 같은 극히 작은 物標도 鮮明한 映像을 보여주지만 가덕도 주변의 진우도, 남빈도, 나무섬등 沙丘의 形態인 이들의 大型物標가 전혀 나타나지 않고 있다. 이들은 平均 높이 10m정도이나 굴곡이 없고, 反射表面의 傾斜도 없으므로 거의 完全한 鏡面反射現象을 보여주고 있다.

④ Gain 6

對馬島 (320m) 부근의 山地 및 海岸線이 鮮明하게 나타남. 한편 巨濟島 앞의 지섬도(199m)는 약간의 傾斜를 이룬 관목숲으로 構成되어 있으며, 이도 또한 有效反射面積 이 큼을 보여주고 있다.

또한 洛東江 河口의 거의 同等한 距離에 있는 沙丘들은 보이지 않고 있다. 物標의 有效反射面積은 同等한 距離에 存在할 時는 높이가 높을수록 잘 나타나며 構成表面의 材質과 傾斜度는 매우 중요한 要素가 될을 알 수 있다.

(4) 中心海域(緯度 34°58.'4N, 經度 129°08.'2E) Range 12 Mile

① Gain 2의 狀態에서 4.3mile上에 있는 생도(53m)와 태종대(54~200m), 松島 뒷부분의 高地등이 9.3mile 上에서 나타났다.

② Gain 4의 狀態에서는 7.1mile上의 목도(61m), 북형제도(42m), 8.2mile上의 서도(107m)등이 나타났다으며, 受信感度の 증가에 따라 朝島, 신선대등이 鮮明하게 나타났다.

③ Gain 6의 狀態에서는 11mile上의 황령산(428m) 부근이 나타나고 있음, 이는 높이의 증가에 따른 有效面積의 增加를 말해 주는 것이다.

(5) 中心海域(緯度 35°-02.'0N, 經度 129°11.'2E) Range 6 Mile

① Gain 2의 狀態에서 4.2mile上의 오륙도(32m)를 비롯하여 4.0mile上의 太宗臺, 朝島가 각각 良好한 映像을 나타냈었다.

② Gain 5로 增加시킴에 따라 Range內에 있는 岩石 및 多傾斜와 굴곡을 가진 海岸線이 모두 有效反射面積이 좋음을 보여 주었다.

(6) 中心海域(緯度 35°02.'0N, 經度 129°12.'0E) Range 12 Mile

① Gain 2의 狀態에서 4.6mile上의 오륙도, 5.2mile의 태종대, 5.5mile의 조도 및 8.1mile의 고두말이 나타나고 있으며, 港內의 人工築造物은 나타나지 않고 있다.

② Gain 4의 狀態에서 5.2mile上의 생도, 10.8mile의 서도(97m)등이 보이며, 특히 12mile 부근의 山頂部分과 人工築造物(선암말 후편)이 鮮明한 映像을 보여준다.

③ Gain 6의 狀態에서는 小型船舶 및 海洋線 部分中 태종대, 朝島, 오륙도 및 水營灣 뒷편의 고두말 부근과 아미산(234m) 부근중의 高地가 鮮明하게 보인다. 受信感度の 增加에 依하여 遠距離 物標도 有效한 目標物이 되나 雜音의 增加는 減수해야 할 것이다.

V. 結 論

本論文에서 試圖한 陸地有效反射面積의 寫眞撮影에 依한 分析檢討는 極히 局限된 地域에서 實施되었고, 寫眞, 海圖와 實物을 比較하는 過程에서도 登高線에 이르기까지 細密한 分析은 不可했으며 따라서 多少의 誤差의 內包는 不可避하였으나 이는 포괄적인 Radar Simulator用의 Coastline Generator의 Map 改良에 必要한 根據資料의 標準으로 삼는에는 큰 支障없이 利用할 수 있으리라 믿어진다.

本 연구에서 얻은 結論을 요약하면 다음과 같다.

(1) Rader Simulator 映像을 再現함에 있어서 特別히 考慮해야 하는 問題는 肉眼으로는 현저하게

모이는 物標중에서도 Radar波의 鏡面反射現象에 依하여 때로는 映像이 나타나지 않게 되는 것이다. 本論의 (3)項에서와 같이 진더 裸土 등의 地質을 갖는 돌꼭이 없는 45°의 傾斜地, 沙丘 등은 有效反射面積이 적거나 完全한 鏡面反射現象으로 因하여 전혀 나타나지 않는다. 따라서 Radar Simulator海面의 作成에 있어서 陸地를 同一濃度の 색갈로 塗裝하는 방법은 결코 합리적인 방법이라 할수 없다

(2) 相互 거의 같은 높이와 距離를 가지는 物標의 경우에는 그 地表의 構成材質과 傾斜程度에 따라 有效反射面積을 달리하므로 登高線에 의한 傾斜度 및 陸地의 表面狀態를 考慮해야 한다.

(3) 일반적으로 모든 다른 條件이 同一할 경우에는 有效反射面積은 距離보다는 높이에 더욱 關係되며, 거리가 가까울수록 현저하게 나타난다. 따라서 Simulator Map에 의한 영상을 PPI에 표시함에 있어서는 계산기에 의한 事前處理단계에서 이 점에 대한 고려를 함이 바람직하다.

또 Antenna의 높이와 Radar가 選擇한 Range에 依하여 遮蔽되는 背面地形은 完全하게 映像을 나타나지 않으므로 이를 除去해 주어야 하며, 이 점에 대하여서도 現用의 方法을 改良하는 問題도 연구 검토되어야 하리라고 믿는다.

本論文은 局限된 地形과 海域중에 의한 資料로써 特殊地形 및 他種의 Radar使用 및 氣象條件 등의 多樣한 狀態에 따라 더욱 廣範圍한 研究가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

本論文을 作成하는데 있어서 實驗과 研究資料에 對하여 誠心껏 指導를 하여주신 鄭世謨博士님과 指導教授이신 朴容燮教授님께 깊은 感謝를 드립니다.

參 考 文 獻

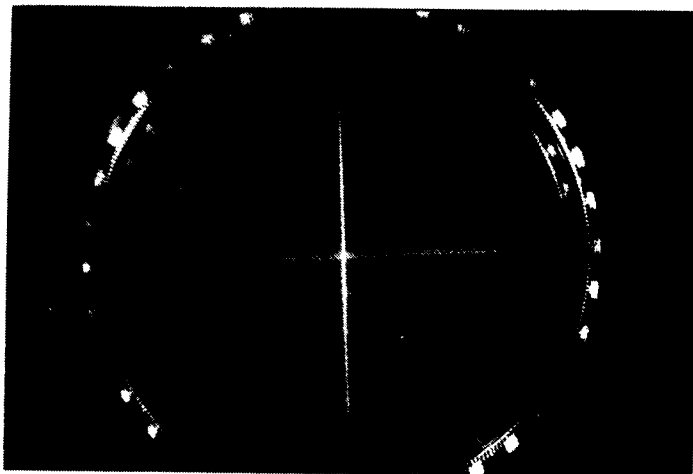
- 1) 電波航海, 鄭世謨著, 韓國海洋大學 海事圖書出版部
- 2) The Use of Radar at Sea by Captain F. J. Wylie, R. N. (ret.) D. Van Nostrand Company, Inc.
- 3) Principles of Radar by Members of the Staff of the Radar School, Massachusetts Institute of Technology. Mc Graw-Hill Book Co. Inc.
- 4) レーダの理論と實際, 落台德臣, 茂在寅男 共著, 海文堂

(10)

韓國海洋大學 大學院 論文集 第2輯

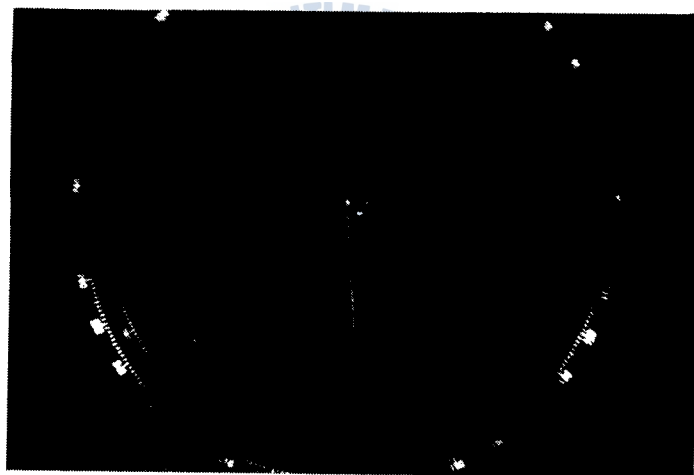
寫真 (1) 中心海域 ($34^{\circ}-54'.0N$) Range 6mile
($129^{\circ}-03'.2E$)

①



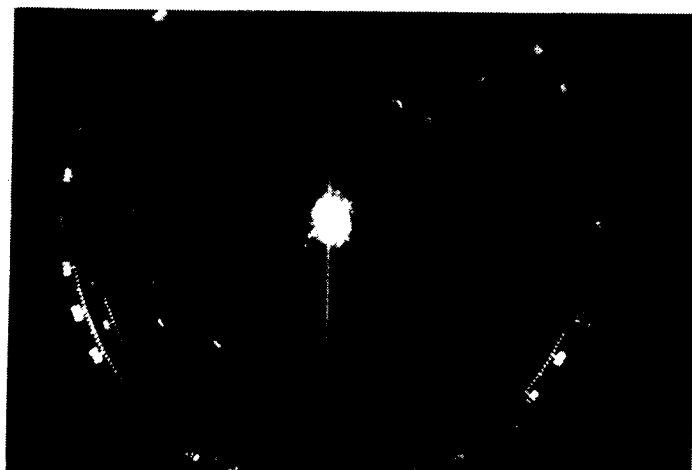
GAIN 2

②



GAIN 5

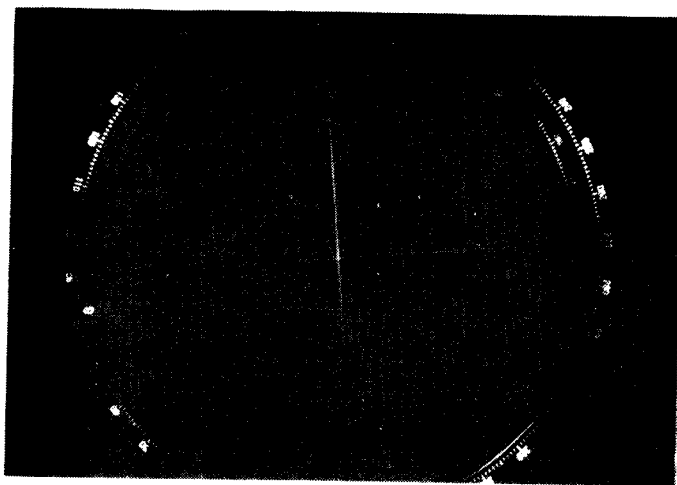
③



GAIN 8

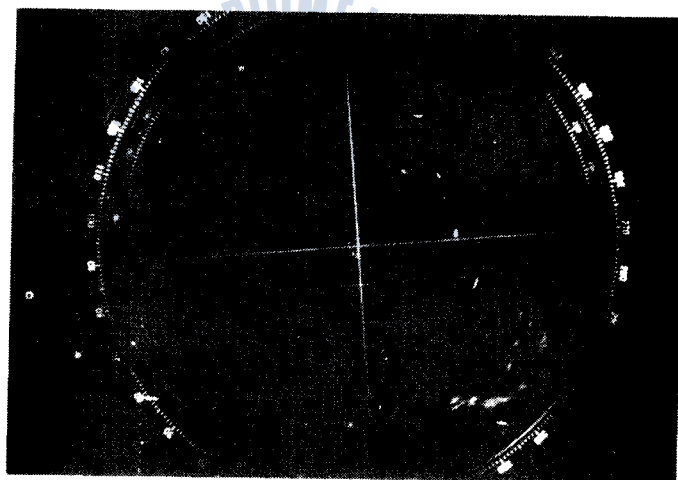
寫眞 (2) 中心海域 ($34^{\circ}-53'.2N$) Range 24mile
($129^{\circ}-05'.2E$)

①



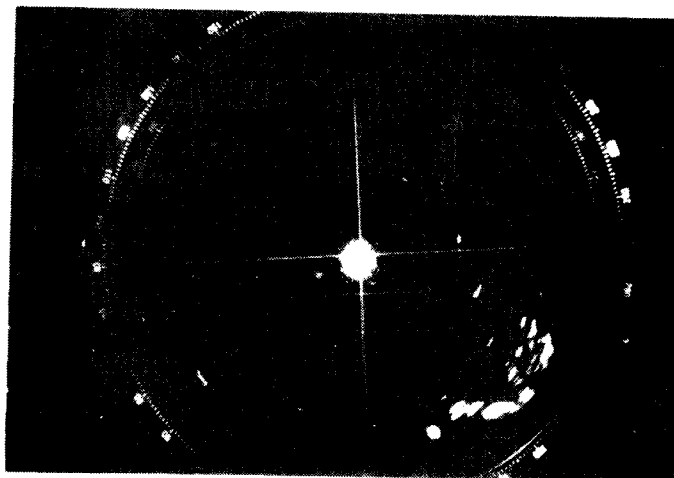
GAIN 3

②

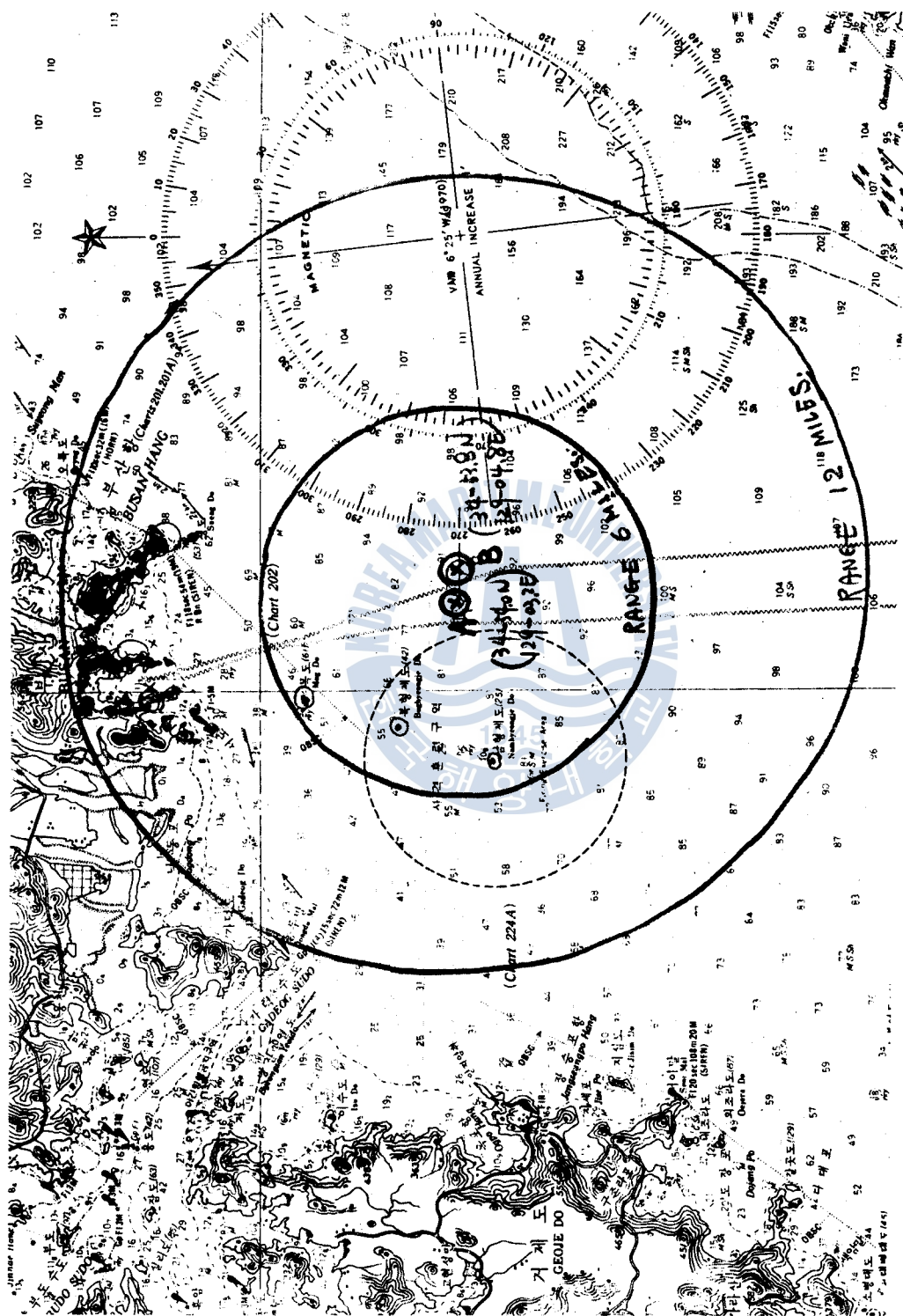


GAIN 5

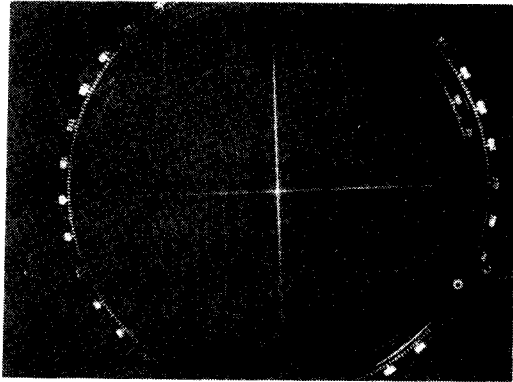
③



GAIN 8

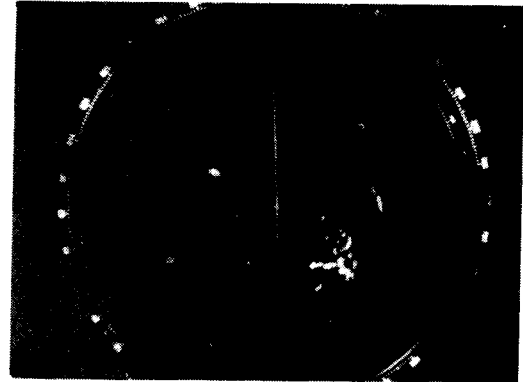


寫眞 (3) 中心海域($34^{\circ}-53'.2N$)
($129^{\circ}-05'.2E$) Range 24mile



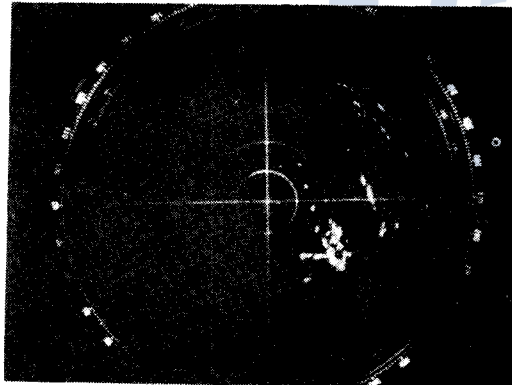
①

GAIN 2



②

GAIN 4



③

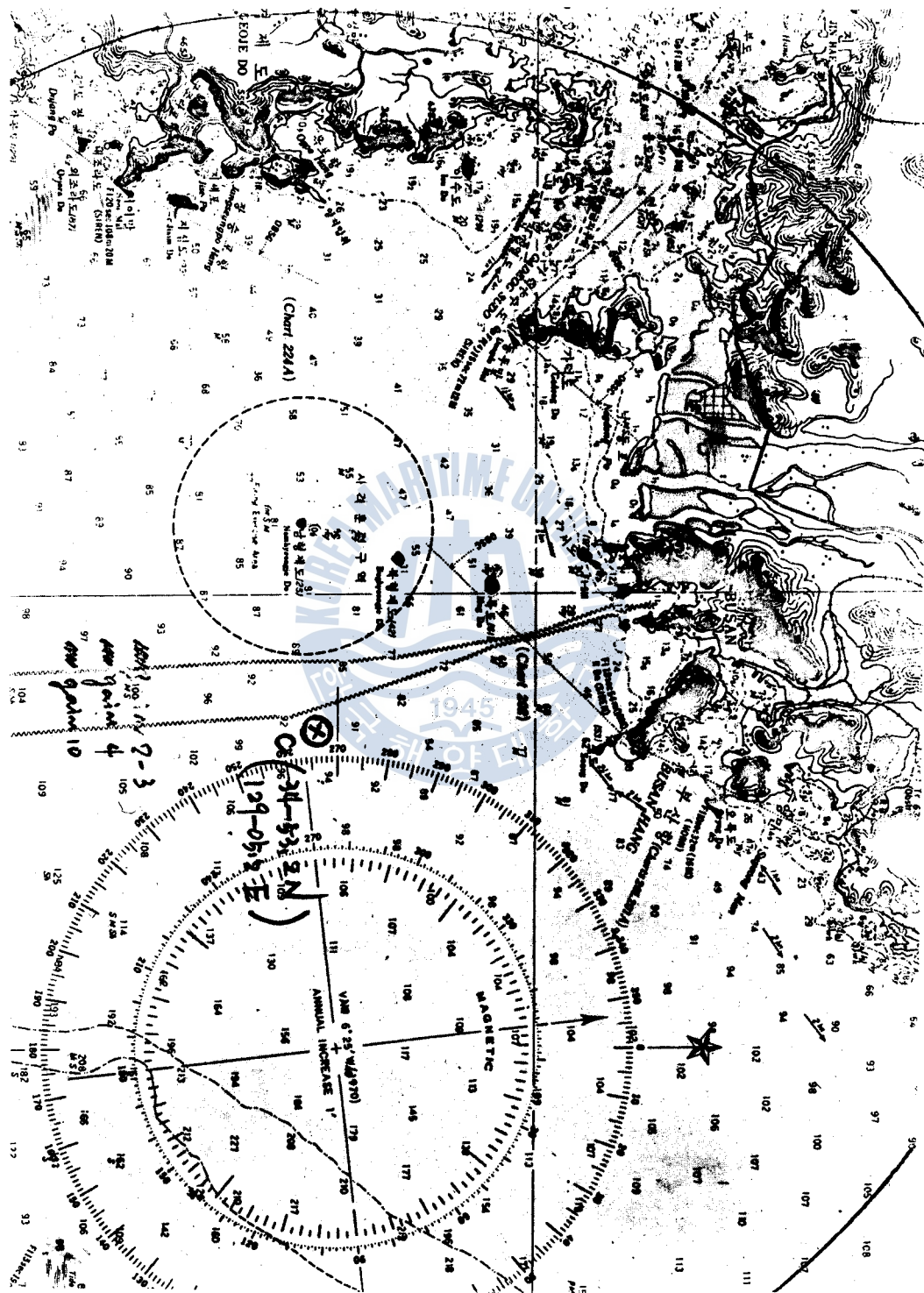
GAIN 6

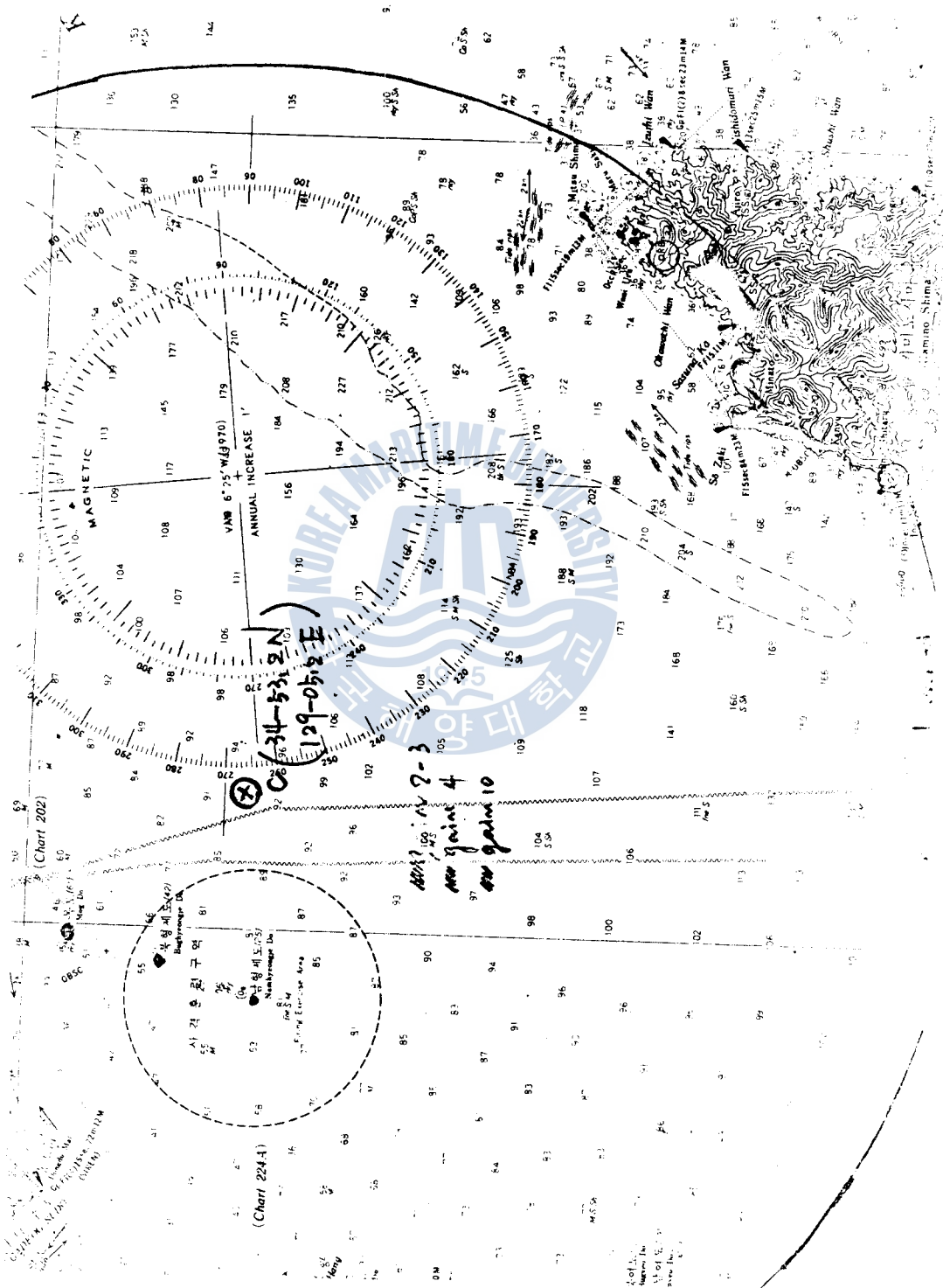


④

GAIN 8

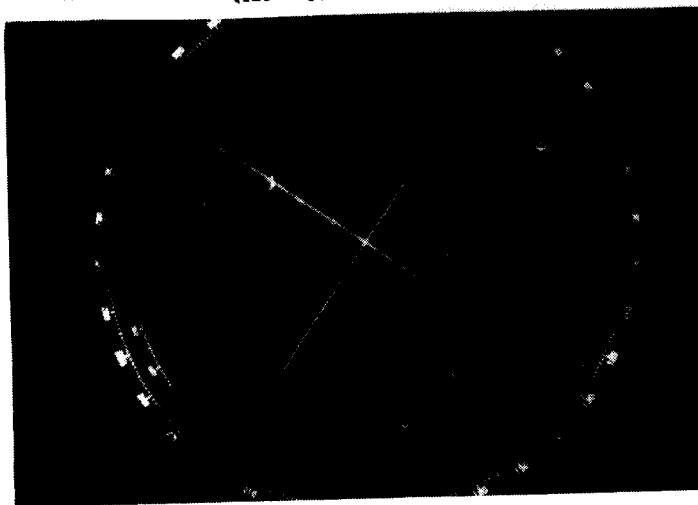
(14)





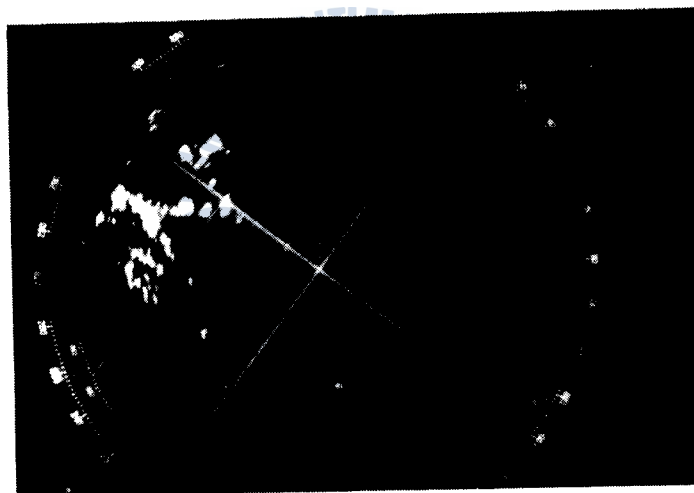
寫真 (4) 中心海域 ($34^{\circ}-58'.4N$) Range 12mile
($129^{\circ}-08'.2E$)

①



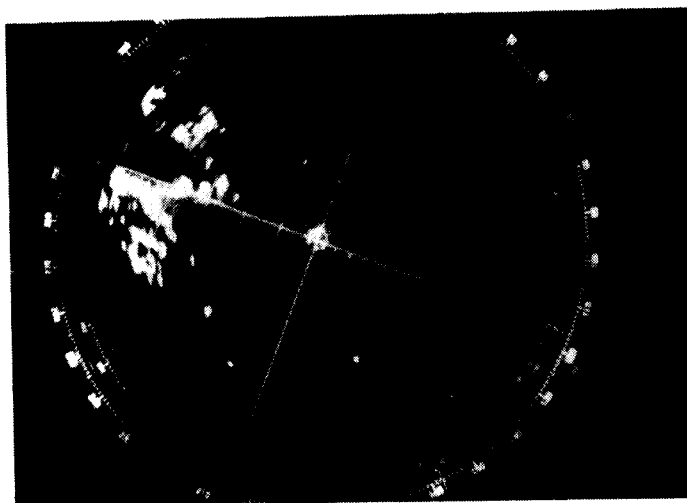
GAIN 2

②



GAIN 4

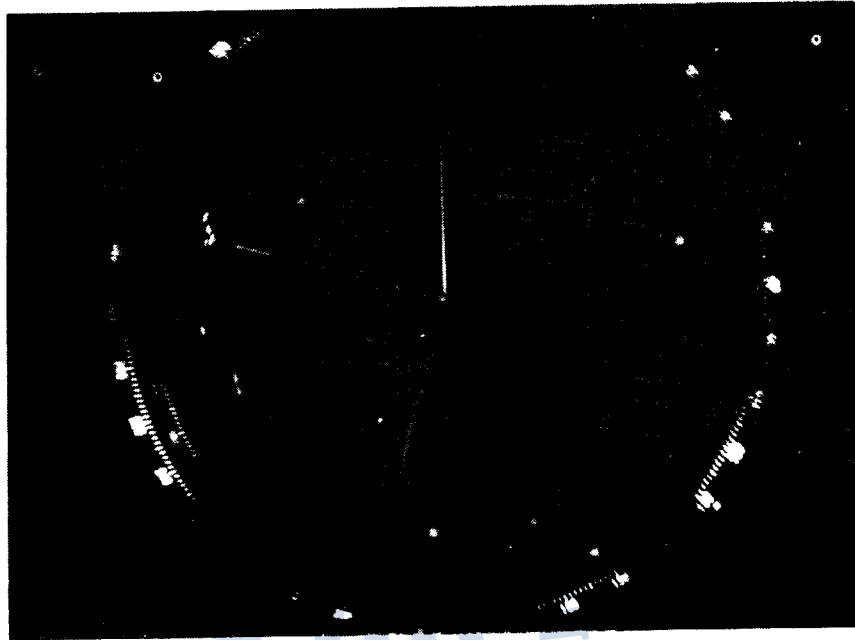
③



GAIN 6

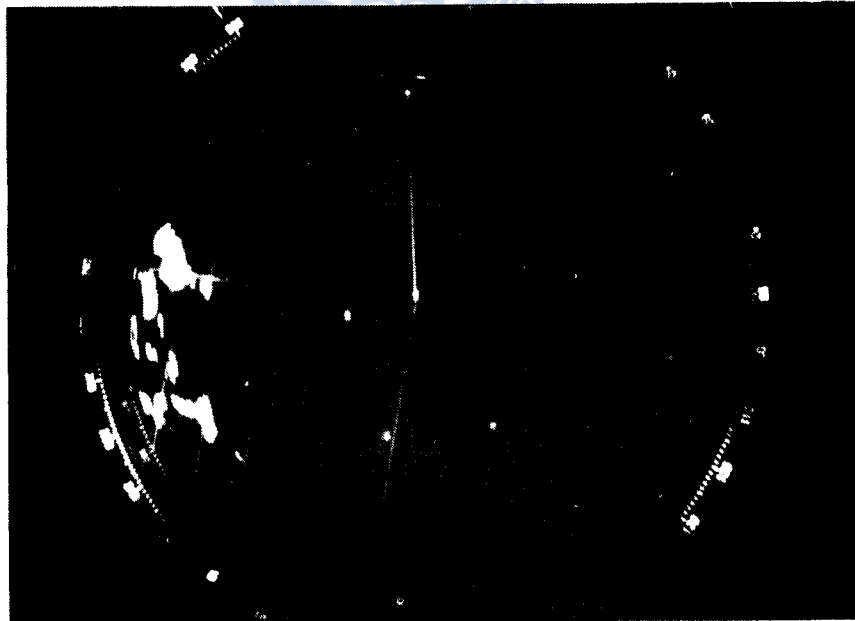
寫眞 (5) 中心海域 $(35^{\circ}-02'.0N)$ $(129^{\circ}-11'.2E)$ Range 6mile

①

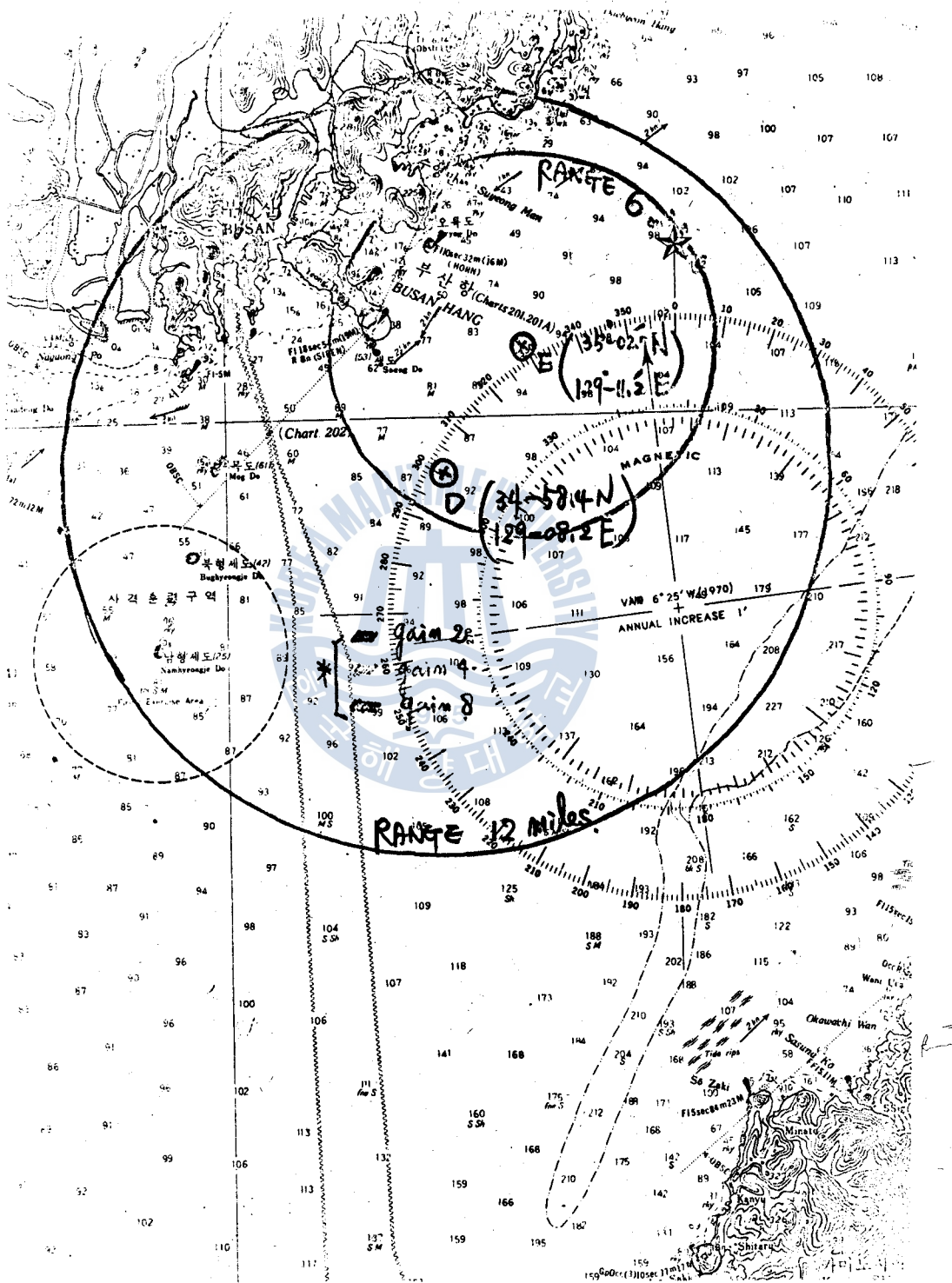


GAIN 2

②



GAIN 6



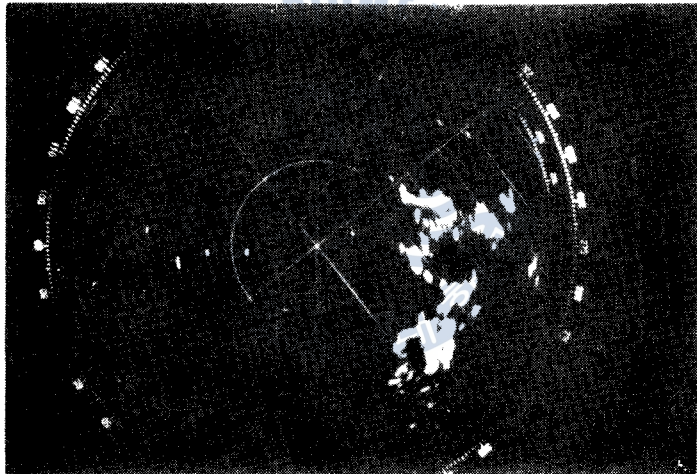
寫眞 (6) 中心海域($35^{\circ}-02'.0N$) Range 12mile
($129^{\circ}-12'.0E$)

①



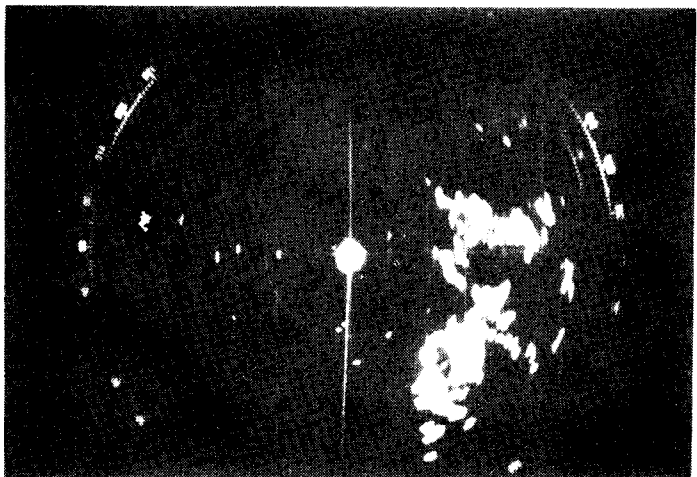
GAIN 2

②



GAIN 4

③



GAIN 6

