

熱赤外線 資料에 의한 古里 原子力發電所의 冷却水 擴散에 대한 研究

姜必鍾·智光燾
韓國動力資源研究所

(1987년 9월 1일 받음: 1987년 9월 10일 수리)

Dispersion Pattern of Cooling Water of Kori Atomic Power Station Using Thermal Infrared Data

Pil Chong Kang and Kwang Hoon Chi

Korea Institute of Energy and Resources (KIER)

(Received September 1, 1987; Accepted September 10, 1987)

Abstract

The study was to analysis the dispersion of the cooling water of Kori atomic power station using thermal infrared data.

The dispersion pattern of the cooling water analysis clearly on the LANDSAT TM band 6. It was changed due to tidal current, that is, the cooling water disperses north-eastern direction during the low tide and southwestern direction during the high tide.

The relative temperature distribution was mapped through the density slicing method on the images.

1. 序 論

우리나라는 最近 급속한 經濟發展으로 인하여 沿岸 및 港灣 等に 臨海工業團地가 發達되었다. 특히 東海南部 沿岸에는 浦項, 蔚山 等の 工業團地와 古里, 月城의 原子力 發電所가 位置하고 있어, 이들로부터 排出되는 用水가 海洋環境에 미치는 影響이 크기 때문에 이에 대한 研究가 必要하다.

그러나 從來와 같이 調査船으로 觀測點을 設定하여 施行하는 調査方法으로는 넓은 地域을 同

時에 觀測할 수 없고, 겨울철에는 海上觀測의 어려움으로 既存 觀測資料가 季節的으로 偏在되어 있는 短點이 있어, 새로운 調查方法 및 技法 開發이 必要하다.(1986, 金 等).

LANDSAT, NOAA, SEASAT, MOS-1과 같은 衛星遠隔探查資料는 廣域的으로, 周期的으로 研究地域을 觀測할 수 있어, 海洋研究에 全世界的으로 많이 活用되고 있다. 國內에서도 最近에 河川水가 海洋環境에 미치는 影響(1986, 金 等), 潮間帶 및 海水濁度の 研究(1986, 劉 等), 冷水帶 研究(1987, 朴 等) 등에 遠隔探查資料를 基盤으로 하여 研究된 바 있다.

本 研究는 東海南部 沿岸에 位置하고 있는 古里 原子力發電所에서 放流하고 있는 冷却水의 擴散範圍 및 그 方向性에 대하여 LANDSAT TM(Thematic Mapper) Sensor에 搭載되어 있는 熱波長帶 資料를 使用하여 分析하였다.

2. 對象資料와 手法

2-1. 對象資料

LANDSAT TM에는 모두 7개의 波長帶가 搭載되어 있는데, 그 중 10.4~12.6 μm 의 熱赤外線 波長帶는 주로 熱에너지의 分布에 대한 研究에 使用되고 있다.

TM의 band 6에 해당되는 熱赤外線 波長帶는 4개의 HgCdTe의 PV型 檢知器가 있으며, IFOV(Instantaneous Field of View)가 170 μm rad이다.

冷却水의 擴散範圍 및 그 方向性を 分析하는데 使用된 LANDSAT 資料는 Table. 1과 같다. Table. 1에 表示된 潮位는 蔚山港에서 測定된 것으로, 潮位の 變化와 擴散과의 關係를 알기 위해서 LANDSAT가 研究對象地域을 通過하기 前後 時間帶의 潮位를 表示하였다.

使用된 資料의 形態는 CCT(Computer Compatible Tape)와 같은 digital 資料와 240mm positive film(P-3) 資料로 區分할 수 있는데, 그 중 冷却水의 擴散狀態가 뚜렷히 判讀

Table 1. Landsat images and the tidal height of the study area

PATH-ROW	DATE	TIME	MATERIAL	TIDAL HEIGHT (cm)		
				9.00	10.00	11.00AM
114 - 35	84. 11. 5	10:29:00	CCT	23	15	11
114 - 35	84. 12. 7	10:29:00	CCT	31	19	9
114 - 35	84. 7. 19	10:28:50	POSITIVE FILM	68	65	57
114 - 36	85. 10. 7	10:28:30	POSITIVE FILM	59	60	60
114 - 36	85. 10. 23	10:28:20	POSITIVE FILM	33	32	33
114 - 35	86. 9. 24	10:19:20	POSITIVE FILM	52	56	55

될 수 있는 1984年 11月 5日과 12月 7日에 走査된 CCT 形態의 資料와 1985年 10月 23日 및 1986年 9月 24日의 film 資料만을 映像處理에 使用하였다.

2-2. 映像處理 手法

映像處理는 實測 및 現地調查를 行하지 않는 unsupervised analysis를 하였는데, 實測資料가 없는 관계로 大氣補正 等の 前處理는 行하지 않았고, 強調處理만으로 分析을 行하였다.

本 研究에서는 強調處理 技法 中에서도 contrast stretching 技法 및 density slicing 技法을 다음과 같이 使用하였다.

(1) Contrast Streching

contrast stretching 技法은 映像의 濃淡의 幅을 下記의 式-(1)을 利用하여 映像出力裝置의 dynamic range를 full로 增幅시키는 技法으로, 本 研究에서는 原子力 發電所로부터 排出되는 冷却水의 範圍를 抽出하기 위하여 使用하였다.

$$x' = \frac{x_{full}}{x_{max} - x_{min}} (x - x_{min}) \dots\dots\dots (1)$$

또한, contrast stretching시킨 LANDSAT TM의 熱赤外線 波長帶와 다른 赤外線 波長帶를 合成하여 false color image로 作成한 結果를 Fig. 1에 表示하였다.

Fig. 1은 1984年 11月 5日(A)과 12月 7日(B)의 資料로서, 검은색으로 表示된 바다에 冷却水 部分은 붉은색으로 強調處理하므로써 發電所로부터 排出되어 擴散되는 樣相을 알 수 있다.

(2) Density Slicing

冷却水 擴散의 方向性과 相對的인 溫度의 分布를 알기 위해서 density slicing 技法을 使用하였다. density slicing은 映像이 갖고 있는 濃淡의 幅을 여러 개로 區分, 分割해서 各各의 區分에 적당한 色彩를 주어 出力하는 것으로, 그 結果를 Fig. 2에 表示하였다.

Fig. 2는 Table. 1에 表示된 LANDSAT의 各 資料 中 比較的 冷却水의 分布가 明確히 視覺的으로 判讀되는 4個의 資料를 density slicing한 것으로 各 資料에 따라 色 및 區分이 다르지만 약 4~6개의 color로 表示하였다.

Fig. 2는 Fig. 1에 表示된 冷却水의 擴散 範圍를 보다 明確히 알 수 있으며, 또한 그 方向性과 相對的인 溫度의 分布도 알 수 있다.



(A): Nov. 5th, 1984



(B): Dec. 7th, 1984

Fig. 1. Contrast stretch image of the study area.



(B): Dec. 7th, 1984



(D): Sep. 24th, 1986



(A): Nov. 5th, 1984



(C): Oct. 23th, 1985

Fig. 2. Density slice images of the study area.

3. 冷却水 擴散의 方向性과 溫度分布

本 研究 地域은 東韓暖流가 大韓海峽 西水道를 통하여 東海岸으로 北上 流過하는 海域으로서, 潮流는 漲潮流가 南西方向, 落潮流가 北東方向으로 흐르고 있는데, 恒流인 東韓暖流로 因해 漲潮流 때는 弱하고, 落潮流일 때는 强하다고 金, 秋(1986) 등이 報告한 바 있다.

3-1. 冷却水 擴散의 方向性

本 研究 對象地域에서 排出되는 冷却水의 擴散 및 그 方向性을 分析하기 위해 Table. 1의 潮位와 Fig. 2의 density slicing 映像을 解析한 結果는 다음과 같다.

Fig. 2에 나타난 擴散의 方向性을 크게 北東方向(A, B)과 南~南西方向(C, D)으로 區分할 수 있는데, 이는 Table. 1에 나타난 潮位와 密接한 關係를 갖고 있다는 것을 認知할 수 있다.

즉, 擴散이 北東方向으로 나타난 1984年 11月 5日(A)과 12月 7日(B)은 潮位가 거의 最低潮이기 때문에 앞에서 報告된 바와 같이 落潮流가 北東方向으로 흐르는 것과 一致한다.

南~南西方向으로 擴散되는 1985年 10月 23日(C)과 1986年 9月 24日(D)의 映像은 潮位가 最高潮일 때 走査된 것으로, 潮位가 漲潮일 때 南西方向으로 흐른다는 報告와도 一致한다.

또한, 擴散의 範圍도 潮位에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 1985年 11月 5日과 12月 7日에 LANDSA가 研究地域을 走査하였을 때의 潮位는 13cm와 14cm로 低潮 때이다. 1986年 9月 24日의 映像은 潮位가 56cm로 高潮임을 Table. 1에서 알 수 있다.

이러한 事實을 根據로 하여 Fig. 2에 나타난 映像과 比較·分析한 結果, 低潮일 때는 擴散의 範圍가 크나(長軸이 約 4km), 高潮일 때는 그 範圍가 相對적으로 작다.(長軸이 約 1km)

또한, 예를 들면 潮位가 最高潮로 있는 1985年 10月 7日 및 7月 19日의 資料에서는 冷却水의 擴散 규모가 상당히 작다. 이는 研究地域의 海域에서 漲潮流 때는 潮流가 弱하고, 落潮流에는 强하게 나타난다고 報告된 事實과 密接한 關係를 갖고 있음을 알 수 있다.

3-2. 冷却水의 溫度 分布

冷却水의 溫度 分布는 Fig. 2의 density slicing 映像에서 區分 可能하나, 이는 相對的인 溫度 區分이다. digital 資料를 使用한 Fig. 2의 (A), (B)映像에서는 6개로 區分할 수 있는데 (A)映像에서 溫度가 가장 높은 冷却水는 빨강색으로 表示되었으으며 그 다음으로 초록, 연두, 하늘, 군청색 및 분홍색 順으로 分布하고 있다. 陸地의 白色部分이 映像中에서 가장 高溫地域인데 이는 原子力發電所가 所在되어 있는 곳과 햇빛이 닿는 地域이며, 反對로 바다 部分

및 음지 지역은 溫度가 낮은 검은색으로 表現되어 있다.

(B) 映像의 溫度 分布는 빨강, 노랑, 초록, 연두, 연노랑, 노랑 및 하늘색 等順으로 높게 分布하고 있다.

Fig. 2의 (C)와 (D)는 縮尺이 各各 1/1,300,000, 1/1,800,000으로 240mm positive film을 digital data로 變換하여 使用한 關係로 冷却水의 溫度區分을 3가지로 하였다. 검은 부분은 陸地이며, 冷却水의 溫度分布는 흰색, 분홍색, 군청색順으로 區分 區分하였다.

4. 結 論

工場, 發電所에서 排出되는 冷却水는 海洋環境뿐만 아니라, 養殖業 等에도 큰 影響을 미치고 있기 때문에, 最近 LANDSAT와 같은 遠隔探査資料 等에 의해 海洋을 監視, 管理하거나 保存하는데에 많이 利用하고 있다.

本 研究는 古里原子力發展所에서 排出되는 冷却水의 擴散에 대해 ground truth data를 使用하지 않은 unsupervised analysis를 하여 溫度의 正確한 分布는 알 수 없으나, 冷却水의 擴散 및 그 方向性은 潮位 및 潮流와 關係가 있음이 本 研究에서 밝혀졌다.

즉, 潮位가 低潮일 때는 北東方向으로 擴散되며 그 크기도 넓으나, 高潮일 때는 南~南西方向으로 擴散되며 範圍도 작다.

이러한 研究에 의해 冷却水의 溫度算出뿐만 아니라 全 海域의 溫度 分布圖를 作成하여 海洋 및 水産分野에 活用될 수 있다.

參 考 文 獻

- 1) 金文善·秋教昇·金玉沫, 1986: LANDSAT 衛星資料에 의한 낙동강 河川水의 流入擴散이 海洋環境에 미치는 影響, 遠隔探査資料 應用 技術 研究(I), 科學 技術處, pp. 93~147.
- 2) Schott, J. R., 1979; Temperature measurement of cooling water discharged from power plants, *Jour. Ame. Soc. of Photogra.*, Vol. 45, No. 6, pp. 753-761.
- 3) Klemas, V., and Philpot, W. D., 1981: Drift and dispersion studies of ocean-dumped waste using Landsat imagery and current drogues, *Jour. Ame. Soc. of Photogra.*, Vol. 47, No. 4, pp. 533-542.