

海水 汚染源 追跡子로서의 플루오르화물이온 및 鎭海灣의  
플루오르화물이온 濃度分布

元 鍾 勳 · 朴 吉 淳

釜山水產大學 · 濟州大學水產學部

ELIGIBILITY OF FLUORIDE ION AS A TRACER OF WASTEWATERS  
AND DISTRIBUTION OF FLUORIDE IN JINHAE BAY

*Jong Hun Won*

Pusan Fisheries College, Busan, Korea  
and

*Kil Soon Park*

Jeju University, Jeju, Korea

ABSTRACT

When industrial wastewater containing fluoride runs into the ocean, approximately 0.1 ppm of  $F^-$  will react with seawater and will be eventually lost, and the remaining  $F^-$  can be determined with the ALC. Therefore  $F^-$  is eligible to be used as a tracer of pollutant which contains fluoride.

Determination of  $F^-$  in the seawater with the Dotite reagent, Alfusone, has been made by the following method: To 10 ml of water sample, 1 ml of buffer solution (pH=4.0), 8 ml of acetone, and 1 ml of 10% Alfusone were added, and diluted to 25 ml with distilled water. After 20 minutes the absorbance at 620 nm against a reagent blank was measured.

The distribution of  $F^-$  in Jinhae Bay has been made on the basis of water samples collected from 103 different sampling stations occupied in Jinhae Bay. The water samplings, three in the spring tide and two in the neap tide, were taken from surface layer during the flood and ebb tide periods respectively. The average concentration of  $F^-$  in the bay, except the area to which the wastewater runs off from the Chemical plant, was 1.45 ppm (1.07-6.33 ppm), and that of  $F^-$  in the plant effluent was 330 ppm, occasionally up to 562 ppm. Thus high levels of  $F^-$  in the bay are strongly correlated to the amount of effluent from the plant, and waters of Jinhae Bay contains at least 0.13% of the plant effluent.

1. 緒 論

工場廢水가 바다에 流入되면 一般의으로 여러 가지 變化를 받게 되어 그 廢水로 인한 汚染狀態를 올바르게 파악하기가 困難해 질 때가 있다. 例로서 化學肥料工場 廢水中의 鐵, 망간 등은 바다에 流入되면 즉시 複雜한 變化를 받아 처음 量이 그대로 溶存狀態로 있지않기 때문에 化學肥料工場 廢水로 인한 海域의 汚染 調查에서 이 같은 成分을 追跡子로 한다면<sup>1)</sup> 汚染源의 追跡

이 되지 않는다. 그러나 複合肥料工場, 알미늄 電解製造工場 其他 化學工場에서 多量 排出되는 플루오르는 어느 程度 海水에 流入되더라도 變化가 생기지 않으리라 생각되고 또 海水中の 플루오르 自然量이 大体로 1.0 ppm前後<sup>2)</sup>로서 極히 적은 成分이므로, 적은 量이 바다에 들어가더라도 표가 잘 날 것이니 이 플루오르화물이온을 追跡子로 한다면 플루오르를 含有하는 工場廢水에 依한 海域의 汚染狀態를 좀 더 正確하게

0~1.5 ppm만큼 더 延長된다.

위에서와같이 바다에 流入된 플루오르화물이온이 微量적이기는 하지만 海水와 作用하여 消失되어 가는 것을 더욱 分明히 보기 위해 海水에 플루오르화물이온을 각각 0.5, 2, 3, 4, 5, 8, 10 ppm 되도록 加해 2 ppm 以上인 것은 適當한 濃度로 海水와 蒸溜水로 各各 稀釋하여 發色시

킨 吸光度값에 稀釋倍率을 곱해서 檢量線을 그려 보았다.

그림2가 그것이며 海水와 蒸溜水로 稀釋 시킨 것이 다같이 거의 直線으로는 되지만 海水로 稀釋시킨 것이 기울기가 작다. 그래서 바다에 流入된 플루오르화물이온은 새로운 海水와 混合되면서 차차로 消失되어 가는 것을 알 수 있다.

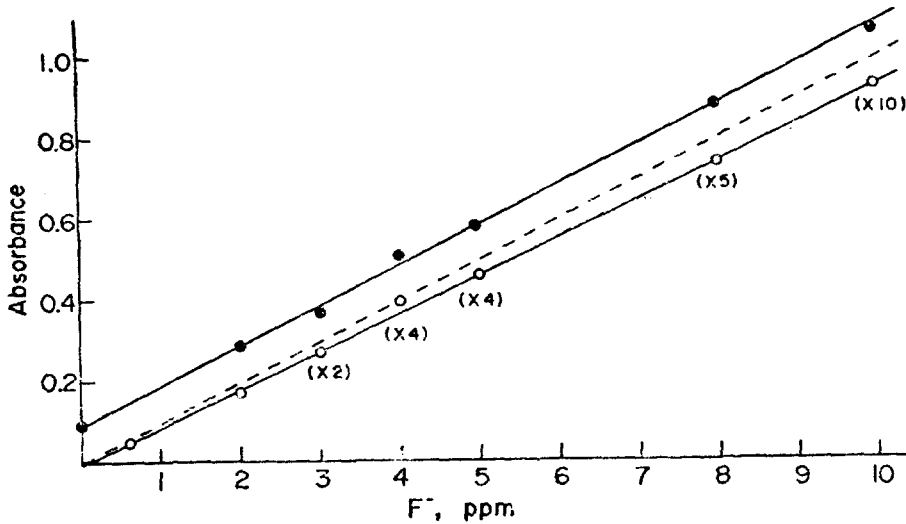


Fig. 2. Calibration curves of fluoride diluted with seawater and distilled water. Plotted values are the result of measured values multiplied by the dilution ratio.

- : Diluted with seawater (reference: seawater blank)
- : Diluted with distilled water (reference: H<sub>2</sub>O blank)

試料의 플루오르화물이온 濃度가 約 2 ppm 以上인 것은 稀釋시켜 發色시키므로 稀釋에 依해 플루오르화물이온 濃度의 平衡이 깨뜨려져 다시 플루오르화물이온이 解離되어 나오는 수도 생각할 수 있으므로 海水에 플루오르화물을 4 ppm 더 되도록 加해 이것을 ALC-Ce量만 2倍로 하여 2.1.2의 方法에 따라 發色前에 海水로 2倍로 稀釋시킨 것과 그대로 發色시켜 海水 블랭크液으로써 2倍로 稀釋시킨 것과의 吸光度를 蒸溜水에 對해 같은 操作을 한 吸光度와 比較해 보았으나 概1과 같이 稀釋 順序에서 생기는 差는 海水 試料에서 0.002 蒸溜水 試料에서 0.003으로서 거의

差가 없다. 따라서 海水 試料을 稀釋시키므로써 플루오르 組成의 變動은 생각할 必要가 없다.

海水에 加해진 플루오르화물이온量이 時日 經過에 따라 變하는가를 보았다. 勿論, 自然狀態에서의 것과는 事情이 다르겠지만 그것은 再現할 方法이 없는 까닭에 一定量의 海水에 標準 플루오르화물이온의 一定量을 加해 放置한 後 再測定을 한 것이다. 表2와 같이 各試驗液에 따라 再測定值의 相對誤差에는 약간의 差가 있지만 같은 試驗液에 있어서는 2個月 後에도 거의 變化가 없다.

Table 1. Effect of dilution sequence of sample on absorbance, before and after adding of fluoride reagent

Testing solution	F <sup>-</sup> added (ppm)	Sequence of dilution	Diluent	Amount of ALC-Ce	Reference	Absorbance
Seawater	4	Before adding reagent	Seawater	2-fold	Seawater blank	0.189
	4	After adding reagent	Seawater blank	2-fold	Seawater blank	0.191
Distilled water	4	Before adding reagent	Distilled water	2-fold	Distilled water blank	0.177
	4	After adding reagent	Distilled water blank	2-fold	Distilled water blank	0.180

Table 2. Effect of storage period on the fluorideion concentration added to seawater

F <sup>-</sup> Added (ppm)	Storage period	F <sup>-</sup> Found (ppm)			
		0 hr.	10 days	30 days	60 days
0.26		0.25	0.24	0.24	0.26
1.00		0.99	0.98	0.98	0.98
2.00		1.95	1.94	1.94	1.92
3.01		2.91	2.94	2.94	2.94
5.01		4.90	4.82	4.90	4.84
10.0		9.86	9.86	9.86	10.1
20.0		19.9	20.0	19.9	19.9

以上으로써 바다에 流入된 플루오르는 微量씩 消失은 되어 카지만 海水 汚染이라는 處지에서 볼 때는 汚染源의 追跡자가 될 수 있다고 믿는다.

3. 알푼손에 依한 海水中の 플루오르화물이온 定量法의 檢討

2.1.2의 分析操作에서는 發色劑로서 ALC-Ce 을 使用하였으나 여기서는 "Dotite" 試藥 "알푼손"(Alfusone)을 使用했다. 이 試藥은 ALC-La 에 緩衝劑로서 Hexamethylene tetramine-푸탈酸水素칼륨混合劑를 加한 粉末試藥으로서 感度가 높고, 그 一定量을 물에 溶解시키기만 하면 되므로 使用이 便利하다고 한다<sup>9)</sup>.

알푼손에 依한 플루오르화물이온의 定量法을 檢討한 例는 몇가지가 있으나<sup>10,11)</sup> 海水 試料에 對한 것은 보이지 않으므로 著者들은 먼저 海水 試料에 對한 分析方法을 檢討하였다.

3.1. 緩衝液 알푼손 아세톤의 添加量 및 放置時間

알푼손에는 처음부터 아민系統의 緩衝劑가 들어 있어 使用時에 別途로 緩衝劑를 加하지 않아도 된다고 하나 海水 試料에 있어서는 最適 pH 範圍가 3.85~4.40<sup>7)</sup> 또는 4.6~5.5<sup>8)</sup> 등으로 報告되어 있으므로 別途로 緩衝劑를 加하지 않고는 이 範圍까지 내려가지 않을 것이다. 그러므로 一般적으로 잘 使用되는 醋酸鹽系統의 緩衝液(pH=4.0~4.1)을 加해 그 添加量의 影響을 3.2의 操作에 따라 調査해 보았다. 그림 3에서 보는 바와 같이 緩衝劑를 別途로 加하지 않을 때는 pH값도 높으며 吸光度도 낮다. 最終 부피 25 ml에 對해 1 ml를 加해 주었을 때가 吸光度가 가장 높고 그 以上일 때는 pH값은 동일 하지만 吸光度가 1 ml 添加에 對해 3~4%씩 減少된다. 醋酸鹽系統의 緩衝劑는 ALC-La-F의 아세톤을 加하면 感度가 커진다는 것은 잘 알려진 事實이지만 本實驗에 있어서도 역시 그림 3에서 보는 바와 같이 最終 부피 25 ml에 對해

吸光度를 약간씩 減少시킨다고 했는데<sup>4)</sup> 本實驗에서도 마찬가지였다.

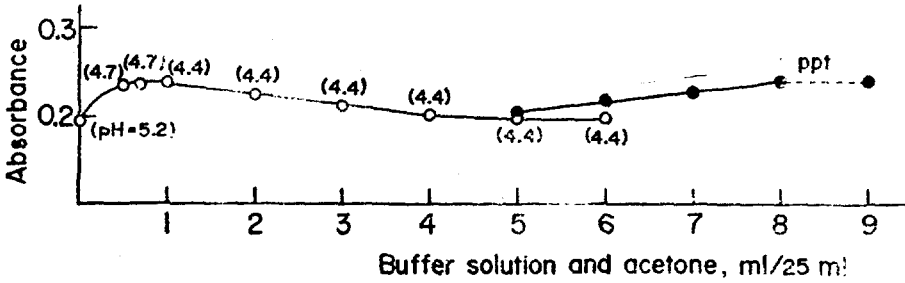


Fig. 3. Effects of amount of acetate buffer (pH=4.0-4.1) and acetone.  
 -○- : Acetate buffer  
 -●- : Acetone (Precipitate was dispersed at above eight milliliters)

8ml까지는 1ml添加에 對해 4~5%씩 吸光度가 增大 된다. 그러나 9ml를 加했을 때는 沈澱이 析出되어 混濁 된다.

橋谷等<sup>10)</sup>은 알푼손 添加量이 最終 부피 25 ml에 對해 10% 것 1 ml 以上添加에서는 같은 吸光度가 된다고 했으나 本實驗과 같이 海水 試料 (F約 1 ppm)에 있어서는 그림4에서 보는 바와

같이 0.7~1.0 ml 添加했을 때가 吸光度가 가장 높고 大体로 一定한 값이다. 그 以上일 때는 1 ml 增量에 따라 14~15%씩이나 減少된다. 그리고 海水에 標準 플루오르化合物이온을 1 ppm 더 되도록 加해준 試料에 있어서는 알푼손 添加量 1.0~1.2ml에서 最高 一定한 吸光度를 가지며 그 以上일 때는 急激하게 減少된다.

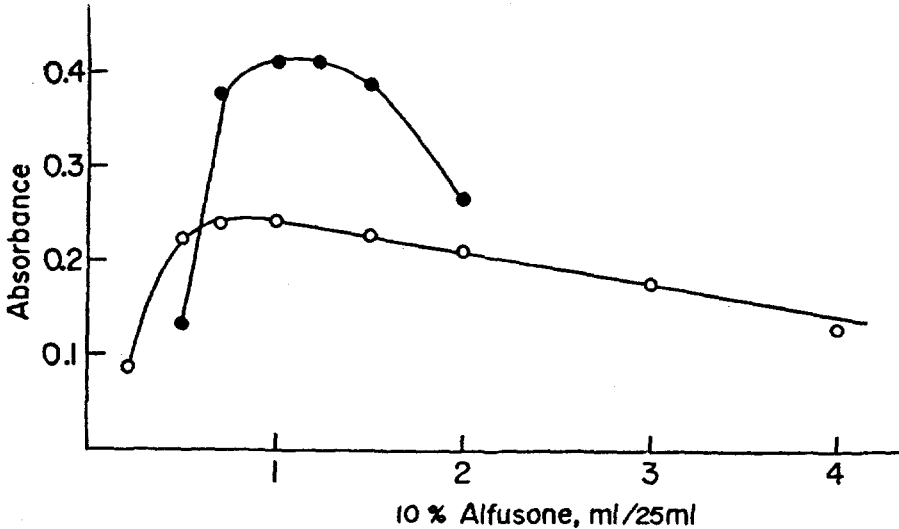


Fig. 4. Effect of amount of Alfusone solution.  
 -○- : Seawater medium  
 -●- : Seawater medium plus 1.0 ppm F<sup>-</sup>

그리고 發色液의 安定性에 있어서 Kletsch 等<sup>7)</sup>은 20分 後, 60分 以內에 吸光度를 測定하라고 했지만 本實驗에서는 發色 後 約 20分만에 最高 吸光度가 되었다가 그 以後부터는 약간씩 減少는 되지만 3時間 後에도 約 1%밖에 減少되지 않으니 放置時間은 그다지 問題가 되지 않는다.

以上으로써 알푼손에 依한 海水中的의 플루오르化合物이온의 定量法을 다음의 3.2 操作과 같이 確定하였다.

### 3.2 定量操作

海水 10 ml (F<sup>-</sup>로서 20 μg以下)를 25 ml容 메스플라스크에 取해 10% 알푼손 1 ml, 醋酸-醋酸

나트륨 緩衝液(pH=4.0) 1 ml, 아세톤 8 ml (또는 以上 比率로 混合한 溶液의 10 ml)를 正 確하게 加해 물로 25 ml로 하여 20分 後에 같은

操作을 한 블랭크를 對照液으로 하여 620 nm의 吸光度를 測定한다.

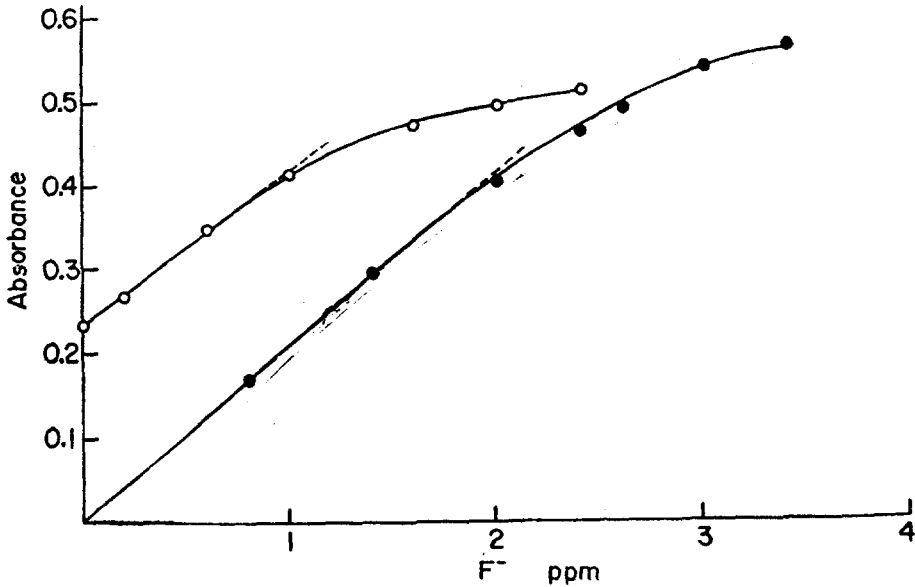


Fig. 5. Calibration curves by Alfusone reagent.

—○— : Seawater medium  
—●— : Distilled water medium

#### 4. 鎭海灣의 플루오르화물이온 濃度分布

##### 4.1 採水 및 定量

1971年 3月 27日 및 28日(大潮日), 4月 3日(小潮日), 4月 11日(大潮日), 1972年 1月 12日(小潮日)의 5回 밀물과 썰물에 걸쳐 그림 6-1 및 그림 6-2에 表示된 103個 地点에서 表面水를 플라에틸렌병에 採水하여 2~3日 以内に 3·2의 操作에 따라 定量하였다.

##### 4.2 分 布

먼저 地域別로 濃度分布를 보면 같은 地点에서도 潮汐에 따라 差는 있겠으나 大体로는 그림 7과 같이 몇개 地域으로 나누어 진다. 即 某化學工場 廢水가 直接 流入되는 行岩灣이 1.22~6.33 ppm의 範圍에 平均値가 2.61 ppm로서 가장 높다. 다음이 行岩灣 바로 바깥쪽 地域인 소島, 釜島, 草理島 안쪽으로서 1.16~2.01 ppm에 1.40 ppm이다. 釜島 西쪽의 龜山面쪽과 實利島 窟島 윗쪽 即 釜島水道와 馬山灣 入口 附近 地

域도 1.18~1.28 ppm에 1.21 ppm로서 세번째로 높은 地域이며 여기에 비해 馬山灣 안쪽(地点 31~33, 79~81, 100~103) 濃度는 意外로 1.10~1.20 ppm에 平均이 1.13 ppm로서 灣入口 地域보다 낮은 값이다. 그리고 海水 流動 調査<sup>13)</sup>로 알게 된 것이지만, 썰물때 行岩灣 바로 바깥쪽 海水가 主로 흐르는 地域인 熊川面쪽 沿岸, 即 養島, 水島, 松島, 椽島 附近도 1.07~1.25 ppm에 1.14 ppm로서 比較的 높은 값이며, 여기에 連結된 問題의 地域인 龍院里와 加德島 사이의 海域은 椽島와 呼蘭島 사이로 하여 썰물때 加德水道로 흐르던 물이 밀물 때 一部分이 다시 흘러 들어가는 곳으로서 1.07~1.25 ppm에 1.13 ppm로서 앞의 地域과 같은 分布를 하고 있다. 海水 流動上으로나 地域의으로나 行岩灣에서 가장 멀리 떨어진 南쪽 地域인 巨濟島쪽의 地点 86~92는 1.08~1.13 ppm에 1.11 ppm로서 거의 一定한 값이며 調査된 鎭海灣 内에서는 가장 낮은 分布를 나타내고 있다. 鎭海灣과는 水系가 다른 洛東江 河口 地域의 一部分이라고 볼 수 있는 加德島

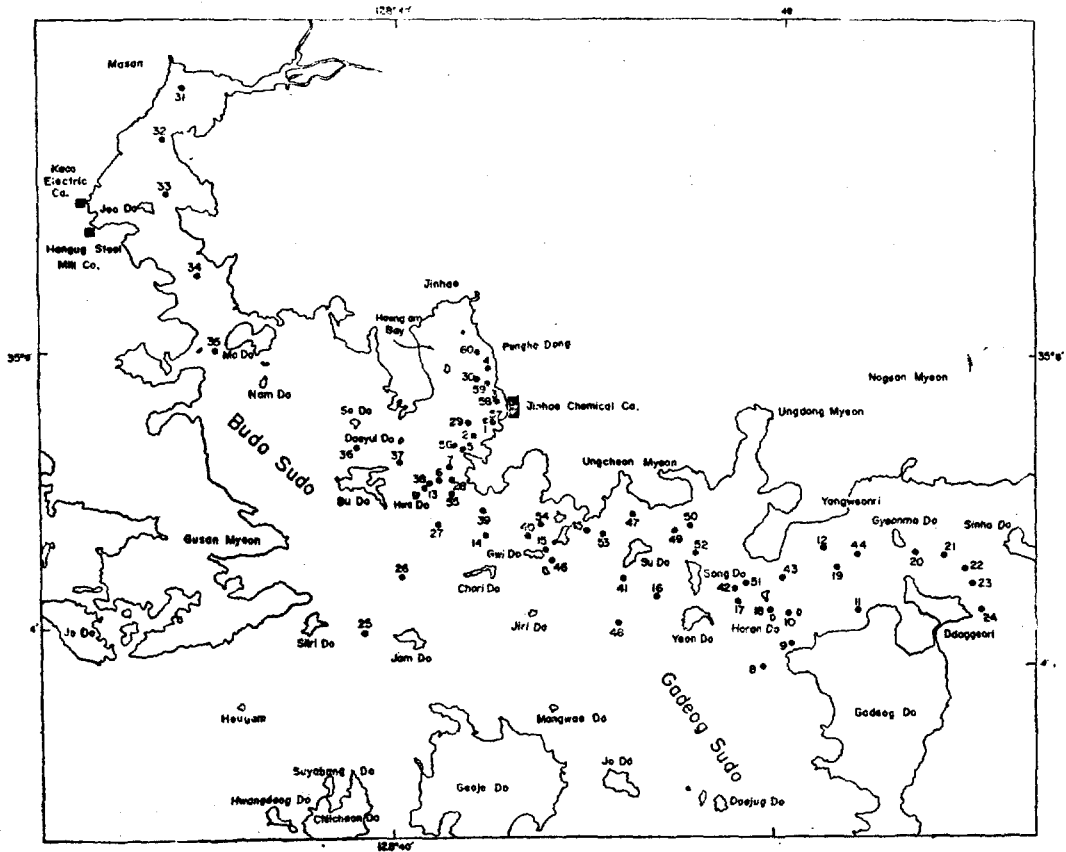


Fig. 6-1. Map showing sample localities in Jinhae Bay.

딱거리 北쪽의 김발 中央 水路 地域(地点 20~24, 61, 62)는 역시 0.90~1.05 ppm에 0.98 ppm로서 가장 낮은 값이며 塩素度에 對한 比도  $5.3 \sim 5.6 \times 10^{-5}$ 의 가장 낮은 값으로서 鎭海灣 ( $5.6 \times 10^{-5}$  以上)과는 그 水系가 다르다는 것을 알 수 있다.

全般的으로 볼 때 딱거리를 除外한 鎭海灣과 馬山灣의 플루오르化合物은 濃度는 1.07~6.33 ppm의 範圍에 平均 값이 1.45 ppm이고, 塩素度에 對한 比는 一部 값에 지나지 않지만 大体로  $5.6 \sim 32.2 \times 10^{-5}$ 에 平均이  $7.99 \times 10^{-5}$ 이며 日本 東京灣<sup>19)</sup>의 0.63~1.27 mg/kg, 平均 1.20 mg/kg 및  $6.7 \sim 8.8 \times 10^{-5}$ , 平均  $7.04 \times 10^{-5}$ 에 比해 範圍와 平均値가 다같이 크다. 딱거리와 濃度가 가장 높은 行岩灣을 除外한 鎭海灣과 馬山灣만 보아도 1.07~1.70 ppm에 1.19 ppm로서 東京灣

과 平均値가 맞먹는다. 많은 量의 플루오르가 工場廢水와 都市廢水로서 流入되는 千數百萬名 人口의 東京, 川崎, 橫濱等 大工業地帶를 背景으로 한 東京灣보다 鎭海灣의 플루오르 濃度가 맞먹거나 또는 높다는 사실은 鎭海灣의 汚染狀態가 결코 輕視될 수 없다는 것을 意味한다. 딱거리에서의 平均 값 0.97 ppm은 水系가 다르다고 보고 이것은 고려하지 않을지라도 外洋에 가장 가까운 鎭海灣 入口의 地点 86에서의 1.09 ppm에 比해서도 鎭海灣의 平均値 1.46 ppm은 鎭海灣 入口의 1.34배가 되고 行岩灣의 그것은 2.4배, 廢水 流入地點에서 將川洞쪽으로 約 1km 떨어진 即, 將川洞 부두 앞인 地点 4에서는 심지어 6배나 된다. 廢水池의 濃度는 562 ppm였으며 行岩灣쪽의 廢水 流入地點 부근의 海水에서는 144 ppm, 將川洞쪽 排水路의 廢수에

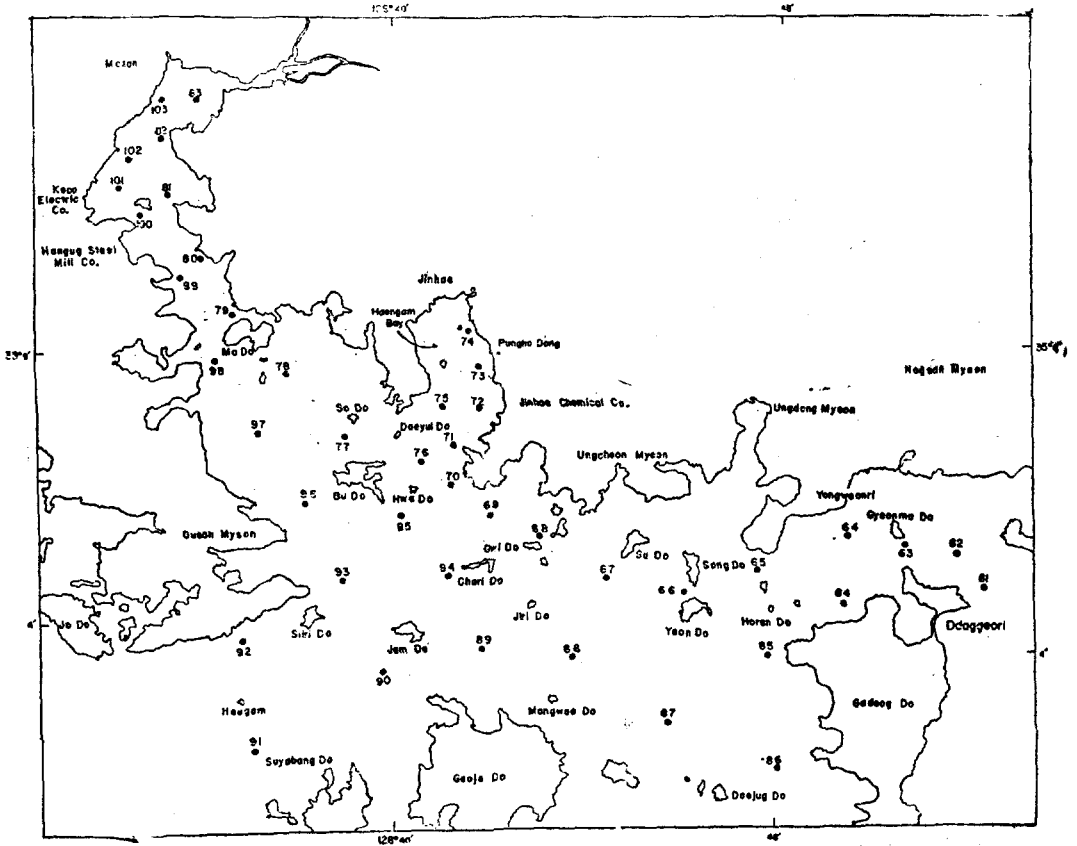


Fig. 6-2. Map showing sample localities in Jinhae Bay.

서는 98 ppm 였다. 參考로 1972年 7月 28日의 釜山水産大學 앞 이기때의 海水에서는 1.04 ppm 였고, 1973年 3月 17日의 西歸浦 부두 앞 海水는 1.00 ppm 였다. 鎭海灣의 이같은 높은 濃度の 플루오르 流入源은 馬山灣內의 그것이 灣入口쪽 보다 낮다는 것으로 보아(馬山에 있는 韓國製鋼은 오래 前부터 休業中) 鎭海에 있는 化學工場의 廢水 라고 생각된다.

以上으로써 漂流瓶과 漂流板에 依한 海水 流動 調査 結果를 參考로 하여 上記 工場 廢水의 混入되어 가는 經路를 考察해 볼 때, 大体的으로 行岩灣에 流入된 上記 工場 廢水는 灣內에 停滯되는 時間이 길다, 即 行岩灣의 海水는 蜆물 때라 할지라도 바깥쪽으로 바로 빠져 나가는 것이 아니라 灣內에 停滯되는 時間이 길다. 1971年

3月 26日 大潮 蜆물 때의 流動 調査에서는 廢水 流入 地点(地点 1) 附近에서 부터는 海水가 灣안쪽 將川洞쪽으로 느리게 移動하였으며(바람 없음), 蜆물 때도 地点 58, 59, 60으로 안쪽으로 갈수록 플루오르化合物 이온濃도가 높은 값이 였고, 1972年 1月 12日의 小潮 蜆물 때도 地点 72에서 4.5 ppm이라는 높은 값이 였다. 地点 2 부근 부터는 蜆물 때 海水가 바깥쪽으로 흘러 나가 熊川面쪽으로 하여 椽島, 松島쪽을 거쳐 加德水道 方向으로 흐르지만 이물은 蜆물 때 다시 들어오면서 一部는 龍院里 앞 바다로 들어간다. 그러나 行岩灣內에서 빠져나온 汚染源은 蜆물 蜆물을 통해서 볼 때 오히려 西쪽의 龜山面쪽으로 더 많이 물리는 傾向이 였으며, 이것은 大潮때 地点 13에 던진 漂流瓶이 6日

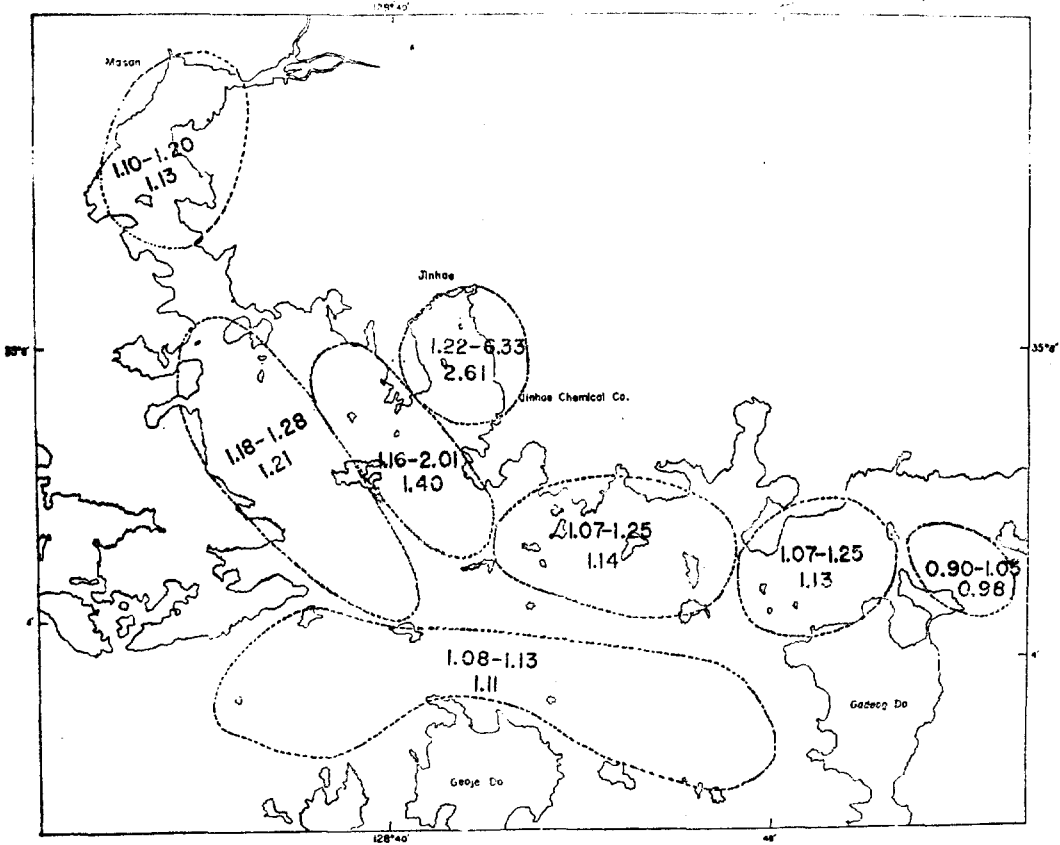


Fig. 7. Distribution of fluoride ion concentration (ppm) in Jinhae Bay.

後에 大栗島 앞에서 回收된 것으로써도 알 수 있다. 그러나 馬山灣 안쪽으로는 그다지 混入되지 않는 것 같다. 巨濟島쪽 海域은 東西로 흐르는 많은 流量과 빠른 流速 때문에 行岩灣의 汚染物이 쓸물 때 混入되어 온다 치더라도 그다지 問題가 되지 않는 것 같다. 龍院里 앞 바다와 鴨거리쪽과의 境界 地点인 牽馬島 바로 東쪽의 地点 20 및 63이 1.05 ppm 및 1.08 ppm로서 鴨거리 보다 比較的 높다는 것은 龍院里 쪽의 海水가 一部 넘어들어 간다는 것을

짐작케 한다.

다음에 汚染源의 混合率을 다음 式으로써 計算해 보면, 鎭海灣의 平均 플루오르化合物이온 濃度를 1.45 ppm, 廢水池 562 ppm와 將川洞 排水 98 ppm을 平均한 330 ppm을 上記 化學工場廢水의 F<sup>-</sup>量이라고 본다면, 釜山水大앞 이기대 海水(1.04 ppm)를 基準으로 할 때 鎭海灣에는 平均 最少限 0.13%의 上記工場廢水가 混入되어 있는 셈이 된다.

$$\text{混合率 } M(\%) = \frac{F_D - F_S}{F_P - F_S} \times 100$$

F<sub>P</sub>: 廢水中的 F<sup>-</sup> 量((330 ppm)

F<sub>D</sub>: 測定된 F<sup>-</sup> 量(1.45 ppm)

F<sub>S</sub>: 海水中的 F<sup>-</sup> 自然量(1.04 ppm)



Table 3. Fluoride concentration in waters of Jinhae Bay

Station No.	Sampling date, time	Tide	Water temp. (°C)	F <sup>-</sup> (ppm)	Cl <sup>-</sup> (g/l)	F <sup>-</sup> /Cl <sup>-</sup> ×10 <sup>6</sup>	pH	COD (ppm)
Wastewater pond of Jinhae Cheml. Co.	Jan. 2, 1972			562				
1	Mar. 27, 1971 9 : 50	Spring, Ebb	8.4	2.73	18.689	14.6		
2	10 : 30	〃	8.6	1.75	18.808	9.3		
3	11 : 00	〃	10.5	1.60	16.607	9.6		
4	11 : 10	〃	9.5	6.33	18.477	34.2		
5	11 : 25	〃	8.5	2.31	18.767	12.3		
6	12 : 10	〃	8.5	1.32	18.436	7.2		
7	12 : 20	〃	8.9	2.01	17.651	11.4		
8	14 : 50	Flood	9.9	1.25	19.066	6.6		
9	15 : 25	〃	9.9	1.14	19.009	6.0		
10	16 : 55	〃	10.5	1.14	18.953	6.0		
11	18 : 00	〃	10.1	1.14	18.994	6.0		
12	18 : 27	〃	10.1	1.17	18.978	6.2		
13	Mar. 28, 1971 10 : 00	Spring, Ebb	9.1	1.17	18.916	6.2		
14	12 : 14	〃	10.0	1.22	18.875	6.5		
15	13 : 20	〃	8.5	1.15	18.927	6.1		
16	15 : 10	〃	8.5	1.12	18.953	5.9		
17	15 : 40	Flood	10.0	1.10	18.539	5.9		
18	15 : 48	〃	9.6	1.19	19.056	6.2		
19	15 : 58	〃	10.1	1.12	19.030	5.9		
20	16 : 35	〃	12.5	1.05	18.911	5.9		
21	16 : 45	〃	12.1	1.00	18.906	5.6		
22	16 : 53	〃	12.0	1.00	18.911	5.5		
23	16 : 58	〃	12.0	0.90	18.860	5.3		
24	17 : 03	〃	12.1	0.90	18.777	5.3		
25	Apr. 3, 1971 11 : 15	Neap	11.0	1.22	18.870	6.5		
26	12 : 07	〃	11.2	1.20	18.937	6.3		
27	12 : 20	〃	11.2	1.22	18.860	6.5		
28	12 : 34	〃	16.0	1.32	18.819	7.0		
29	12 : 47	〃	10.7	1.44	18.819	7.6		
30	13 : 02	〃	11.0	1.42	18.927	7.5		
31	14 : 54	〃	12.2	1.15	19.185	6.0		
32	15 : 05	〃	10.2	1.15	18.670	6.2		
33	15 : 20	〃	10.8	1.20	18.725	6.4		
34	15 : 34	〃	10.0	1.28	18.720	6.8		
35	15 : 57	〃	10.8	1.25	18.756	6.7		
36	16 : 45	〃	10.2	1.35	18.884	7.2		
37	16 : 57	〃	10.1	1.66	18.927	8.8		
38	17 : 20	〃	10.5	1.38	18.937	7.3		
39	17 : 34	〃	10.8	1.26	19.004	6.6		
40	17 : 45	〃	10.8	1.22	18.953	6.4		

Table 3 (continued)

Station No.	Sampling date, time	Tide	Water temp. (°C)	F <sup>-</sup> (ppm)	Cl <sup>-</sup> (g/l)	F <sup>-</sup> /Cl <sup>-</sup> ×10 <sup>5</sup>	pH	COD (ppm)
41	18 : 12	◇	11.5	1.18	19.040	6.2		
42	18 : 44	◇	11.5	1.17	19.035	6.2		
43	18 : 55	◇	12.3	1.12	18.885	5.9		
44	19 : 15	◇		1.09	18.152	6.0		
45	Apr. 11, 1971 09 : 35	Spring, Ebb	11.3	1.25	18.994	6.6	8.1	5.5
46	09 : 37	◇	11.0	1.14	19.056	6.0	8.2	5.2
47	10 : 47	◇	11.1	1.14	18.973	6.0	8.3	4.6
48	12 : 57	◇	11.0	1.14	18.958	6.0	8.25	4.4
49	13 : 55	◇	11.6	1.12	19.133	5.9	8.25	5.1
50	14 : 10	◇	11.5	0.36	19.004	1.9	8.3	5.4
51	15 : 05	◇	11.7	1.07	19.077	5.0	8.3	5.0
52	15 : 53	◇	11.2	1.07	18.989	5.6	8.25	
53	16 : 00	Flood	12.0	1.09	18.984	5.7	8.3	
54	16 : 05	◇	11.5	1.14	18.994	6.0	8.3	
55	16 : 37	◇	11.6	1.41	18.963	7.4	8.35	5.4
56	16 : 47	◇	11.6	1.22	18.994	6.4	8.35	5.0
57	16 : 57	◇	11.5	1.45	18.953	7.7	8.4	6.0
58	17 : 06	◇	11.7	2.29	18.916	11.2	8.2	5.0
59	17 : 08	◇	11.7	3.63	18.922	19.2	8.1	5.3
60	17 : 13	◇	12.3	3.93	18.839	20.9	8.05	4.6
61	Jan. 12, 1972 10 : 24	Neap, Ebb	9.0	1.00			8.10	
62	10 : 29	◇	8.5	1.04				
63	10 : 38	◇	8.7	1.08			8.10	
64	10 : 46	◇	8.6	1.08			8.10	
65	11 : 04	◇	9.5	1.11				
66	11 : 16	◇	10.0	1.11			8.15	
67	11 : 36	◇	8.0	1.14				
68	11 : 51	Flood	8.2	1.18			8.15	
69	12 : 00	◇	8.5	1.16				
70	12 : 10	◇	7.0	1.70			8.10	
71	12 : 16	◇	7.0	3.52			8.00	
72	12 : 25	◇	7.0	4.54			7.90	
73	12 : 38	◇	6.6	1.88			8.10	
74	13 : 10	◇	6.8	1.67			8.15	
75	13 : 16	◇	6.9	1.68				
76	13 : 27	◇	7.2	1.68				
77	14 : 05	◇	7.0	1.59				
78	14 : 17	◇	6.5	1.23			8.15	
79	14 : 43	◇	5.6	1.24				
80	14 : 57	◇	5.5	1.22			8.15	
81	15 : 12	◇	5.0	1.11				
82	15 : 25	◇	5.2	1.10			8.0	
83	15 : 37	◇	5.6	1.11				

Table 3 (Continued)

Station No.	Sampling date, time	Tide	Water temp. (°C)	F <sup>-</sup> (ppm)	Cl <sup>-</sup> (g/l)	F <sup>-</sup> /Cl <sup>-</sup> ×10 <sup>5</sup>	pH	COD (ppm)
84	10:10	Ebb		1.07				
85	10:30	◇	12.5	1.09				
86	10:45	◇	13.0	1.09				
87	11:10	◇	12.0	1.13				
88	11:40	◇	9.5	1.12			8.15	
89	12:00	Flood	9.0	1.08				
90	12:20	◇	8.5	1.10			8.15	
91	13:00	◇	8.5	1.13				
92	13:30	◇	8.3	1.10				
93	14:05	◇	8.3	1.18			8.15	
94	14:25	◇	9.0	1.17			8.15	
95	14:40	◇	9.0	1.18				
96	15:00	◇	8.0	1.21			8.15	
97	15:10	◇	7.7	1.22				
98	15:30	◇	7.5	1.11				
99	15:45	◇	7.0	1.15				
100	16:00	◇	7.0	1.16				
101	16:10	◇	7.5	1.10				
102	16:20	◇	6.7	1.14				
103	16:40	◇	7.0	1.12				

5. 要 約

1. 플루오르를 含有하는 排水가 바다에 流入 되었을 때 플루오르화물이온을 그 追跡子로 利用할 수 있다.

2. "Dotite" 試藥 "알푼손"에 依한 海水中の 플루오르 定量法을 檢討하였다.

3. 鎮海灣의 플루오르화물이온 濃度分布를 調査하여 鎮海灣에 플루오르를 含有하는 排水가 平均 最少限 0.13% 混入되어 있으며 그것은 鎮海某化學工場의 廢水에 起因한다. 그리고 그것이 混入되어가는 經路를 밝혔다.

6. 文 獻

1) 應榮哉, 徐錫洙, 韓哲圭, 李京熙, 金且德, 金洪龍, 釜大論文集 11, p.499(1970).  
 2) 村山 敏治, 上杉 勝彌, 分析化學, 14, 235(1965)

3) 細川 巖, 分析化學, 16, 1259(1967).  
 4) S. S. Yamamura, M. A. Wade and J. H. Sikes, Anal. Chem., 34, 1308(1962).  
 5) 內海 諭, 磯崎 昭徳, 日化, 88, 545(1967).  
 6) 平野 四藏, 藤 沼弘, 笠井 壽二, 分析化學, 15, 1339(1966).  
 7) R. A. Kletsch and F. A. Richards, Anal. Chem., 42, 1435(1970).  
 8) 石尾 眞彌, 中川 久機, 日水誌, 37, 98(1971).  
 9) 同仁藥化學研究所, 도타이트 試藥解說資料, No. 231.  
 10) 橋谷 博, 吉田 秀世, 武藤 博, 分析化學, 16, 44(1967).  
 11) 白石 直典, 吉川 征二, 久行 恒芳, 分析化學, 17, 1027(1968).  
 12) 姜梯源, 韓水誌, 5, 39(1972).  
 13) Y. Kitano and Y. Furukawa, J. Oceanogr. Soc. Japan, 28, 121(1972).