

2E1) 정기 여객선을 이용한 황해상 대기오염물질의 측정 Shipboard Measurements of Air Pollutants across the Yellow Sea

이승복 · 배귀남 · 진현철 · 김영성 · 문길주
 한국과학기술연구원 지구환경연구센터

1. 서 론

황해의 대기환경을 종합적이고 체계적으로 조사하기 위해 한국과학기술연구원 지구환경연구센터를 중심으로 1998년 12월부터 황해종합조사사업의 일부로 "해양-대기 조사 연구"가 수행되었다 (이승복 등, 2002). 황해 전반의 대기오염 현황을 파악하기 위하여 본 연구팀에서는 황해상 도서인 덕적도에 고정 측정소를 구축하여 대기오염물질을 측정하고 있으며, 거의 직선적으로 황해를 가로지르며 황해하는 정기 여객선에 탑승하여 매년 대기오염물질을 측정하였고, 순회 조사선에 탑승하여 황해의 넓은 영역을 순회 하면서 대기오염물질의 측정을 시도하였다 (이승복 등, 2002; 김용표 등, 2000). 본 연구에서는 위 세 가지 측정방법들 중에서 고정 측정소의 약점인 국소 오염원의 영향, 공간적인 한계점 등을 극복하기 위해 정기 여객선을 이용하여 황해상 대기오염물질을 측정한 결과를 분석하였다.

2. 측 정

1999년 6월부터 2002년 6월까지 매년 2회씩 총 8회에 걸쳐 황해를 직선적으로 가로지르는 인천-청도 (중국 산둥반도) 또는 인천-친천(중국 발해만)간 항해 중에 입자상 및 가스상 대기오염물질을 측정하였다. 인천-청도간 측정에 이용한 선박은 주로 위동항운의 항설란호로 평균 약 10 m/s 속력으로 약 16시간 동안 항해한다. 육지 및 항구의 영향을 최소화하기 위해 출항하여 약 2시간이 경과한 후부터 입항하기 약 2시간 전까지 오염물질을 채취하였다. 전체적인 측정기간 및 측정항목을 요약하여 표 1에 나타냈다.

Table 1. Outline of the shipboard measurements conducted in this study.

Season	Period	Day	Aerosols			Gases				Ship*	Cruising route**
			(chemical compositions)			(sampling methods)					
			TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	HCl, HNO ₃ , NH ₃	SO ₂	CO	NO _x		
Spring	04/14-04/17/01	Sat.-Tue.	-	ions ¹⁾ /trace ²⁾	ions	filter	bag	bag	-	XI	IC-QD
	05/28-05/31/02	Tue.-Fri.	-	trace	ions	filter	bag	-	bag	JI	IC-TJ
Summer	06/12-06/15/99	Sat.-Tue.	ions	-	ions	filter	bag	-	-	XI	IC-QD
	06/03-06/06/00	Sat.-Tue.	-	trace	ions	filter	bag	bag	-	XI	IC-QD
	06/03-06/04/02	Mon.-Tue.	-	trace	ions	filter	bag	-	bag	N3	IC-QD
Fall	06/07-06/08/02	Fri.-Sat.	-	trace	ions	filter	bag	-	bag	N3	IC-QD
	10/23-10/26/99	Sat.-Tue.	-	ions	ions	filter	bag	-	-	XI	IC-QD
Winter	12/20-12/22/00	Wed.-Fri.	-	ions	ions	filter	bag	bag	-	XI	IC-QD
	02/28-03/01/01	Wed.-Fri.	-	ions	ions	filter	bag	bag	-	N2	IC-QD

¹⁾ ions: soluble ions, ²⁾ trace: trace elements,

*XI: Xiang Xue Lan, JI: Jincheon ferry, N2: New golden bridge II, N3: New golden bridge III,

**IC-QD: Incheon-Qingdao, IC-TJ: Incheon-Tianjin

3. 결과 및 고찰

황해상 직선 항로에서 측정된 가스상 물질의 농도 분포는 일부 측정일을 제외하고 위치에 따른 농도 증감 경향이 뚜렷하지 않았고, 위치와 계절에 상관없이 농도 범위가 낮았다 (SO_2 0.54~2.01 ppb, CO 0.281~0.905 ppm, NO_x 2.6~8.2 ppb). 반면, PM_{10} 및 $\text{PM}_{2.5}$ 의 질량농도와 인위적인 수용성 이온성분의 농도는 비교적 높은 수준이었다 (PM_{10} 질량농도 17.1~169.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2.5}$ 질량농도 13.7~92.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2.5}$ 중의 비해염황산염 3.07~26.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). 전체 측정일에 대하여 SO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ 중의 비해염황산염, $\text{PM}_{2.5}$ 의 질량농도의 평균을 구하여 덕적도 측정소를 비롯한 기존 황해 인접 측정소 및 국외 청정 해양의 장기간 평균 농도와 함께 그림 1에 나타났다. 인천-청도/천진간(IC-QD/TJ) 직선 항로에서 SO_2 평균 농도는 기존의 모든 고정 측정소들에 비하여 매우 낮은 반면 $\text{PM}_{2.5}$ 의 질량농도 및 비해염황산염의 농도는 우리 나라 배경농도 측정소들의 결과보다는 뚜렷이 높았다. 국외 청정 해양에 비하여 황해의 대기오염이 더 심하다고 판단된다.

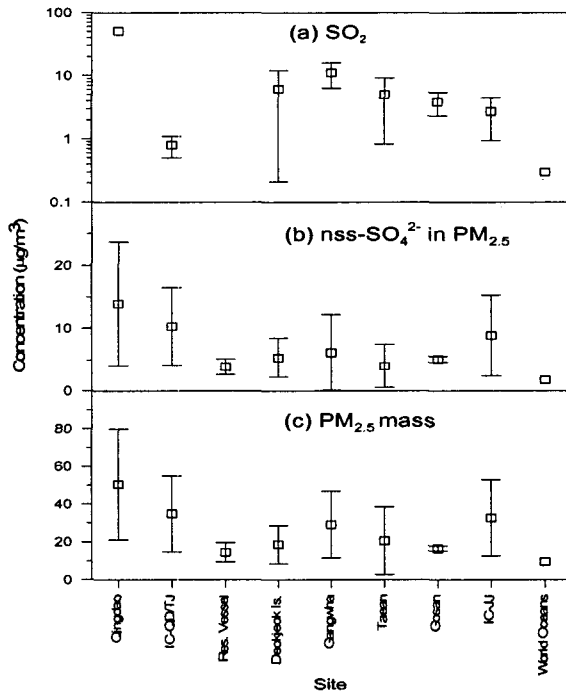


Fig. 1. Comparison of sulfur dioxide, non-sea-salt sulfate, and $\text{PM}_{2.5}$ mass concentrations.

사 사

본 연구는 과학기술부에서 지원하고 있는 황해종합조사사업의 세부과제인 “해양-대기 조사 연구(과제 번호: 98-LO-01-01-A-03)”로 수행되었다. 측정을 협조해 준 위동항운과 진천항운 관계자에게 감사 드린다.

참고 문헌

- 이승복, 배귀남, 김용표, 진현철, 윤용석, 문길주 (2002) 황해상 덕적도의 대기 에어로졸 특성, 한국대기환경학회지, 18(4), 305-316.
- 김용표, 이승복, 나광삼, 진현철, 윤용석, 배귀남, 문길주 (2000) 선박을 이용한 1999년 황해에서의 휘발성 유기화합물 측정자료, 한국대기환경학회지, 16(5), 553-560.