

자 료

강릉 주문진항 염도, 탁도 및 용존산소 농도 변화양상 분석 Change Pattern Analysis of the Salinity, SS and DO Concentrations in Jumunjin Harbour, Gangneung

조홍연* · 김창일** · 이달수* · 한동준***

Hong Yeon Cho*, Chang Il Kim**, Dal Soo Lee* and Dong Jun Han***

요 지 : 주문진항에서 2002년부터 2005년까지 월별로 관측한 일반 수질항목의 정점별, 계절별 변화 양상을 분석하였다. 분석항목은 수온, 염도, pH, SS, DO 항목이다. 일반수질항목의 상층·하층 변화는 뚜렷한 차이를 보이지 않는 것으로 파악되었다. 반면, 계절별 농도변화는 수온 및 DO 농도는 뚜렷한 변화양상을 보였으나, SS 항목 등은 불규칙한 양상을 보이고 있는 것으로 파악되었다. 또한, 지점별, 월별 자료를 영역별, 연도별로 평균하여 해수교환시설 및 하수종말처리시설의 수질개선효과를 정량적으로 분석하였다. 분석 결과, SS 농도변화는 하수종말 처리시설 가동에 의한 영향이 매우 미미하게 반영되었으며, 해수교환시설에 의한 영향은 영역 1, 2 각각 26%, 16% 정도의 명확한 농도저감효과를 보이고 있는 것으로 파악되었다. 한편, DO 농도는 하수종말 처리시설 가동 후, 주문진항 내부영역에서 10% 내외로 농도가 저하되는 효과를 보였으나, 해수교환시설 건설 후에는 오히려 10% 내외 증가되는 양상을 보이고, 2005년도 DO 농도는 2002년도에 비하여 변화가 없는 것으로 파악되어 10% 내외의 DO 농도변화는 하수처리장 및 해수순환시설 설치효과로 파악하는 것보다는 자연적인 연변화 범위로 판단하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 주문진항, 해수교환시설, 하수종말처리시설, 일반 수질항목

Abstract : It was analysed that spatial and temporal change patterns of general water quality constituents were measured monthly from 2002 to 2005 in Jumunjin Harbour. The measured constituents are temperature, salinity, pH, SS and DO. Concentration difference of upper-lower layer for general water quality constituents was small. Temperature and DO concentration show the clear difference at temporal concentration change pattern, but SS, pH and salinity have irregular change pattern. Also, water quality improvement effect of seawater exchange facilities and sewage treatment plants is analysed quantitatively using averaged spatial and temporal data set. From this result, it is found that effect of sewage treatment plants is small and seawater exchange facilities at zone 1 and 2 is clear concentration reduction effect to be about 26% and 16%, respectively. After sewage treatment plants operation, DO concentration reduced about 10% at inner zone of Jumunjin Harbour, the other side, after seawater exchange facilities construction, DO concentration increased about 10%. DO concentration at 2005 estimated little than that of 2002, it is concluded that a yearly change of DO concentration has about 10%.

Keywords : Jumunjin Harbour, seawater exchange facilities, sewage treatment plants, general water quality constituents

1. 서 론

강원도 강릉시 주문진읍에 위치한 주문진항은 항만의 폐

쇄적인 형태 및 주문진읍 유역의 과도한 오염부하(조 등, 2004)로 인하여 항내 오염이 심각하여 항만 수질개선에 대한 민원이 제기되어 왔다. 강릉시에서는 주문진 하수종말

*한국해양연구원 연안개발연구본부(Corresponding author : Hong Yeon Cho, Coastal Development Research Department, KORDI, Ansan P.O. Box 29, Seou 425-600, Korea, hycho@kordi.re.kr)

** (주)유신코퍼레이션 감리부(Consultant Department, Yooshin Cooperation)

*** 강원도립대학 공과계열 환경위생전공(Department of Environmental System Engineering, Engineering Division, Gangwon Provincial University, Gangneung-si 210-804, Korea)

처리시설(고차처리시설)을 건설하여 일정기간의 시험운영기간을 거친 후, 2003년 1월부터 정상가동하고 있으며, 동해지방해양수산청에서는 주문진항 수질개선사업의 일환으로 해수교환시설을 설치하여 2004년 1월부터 운영하고 있다(이달수, 2004). 이후, 주문진항의 수질은 뚜렷하게 개선되는 양상을 보이고 있는 것으로 보고되어 왔다(이달수, 2005a, 2005b; 조홍연 등, 2006). 본 연구에서는 해수교환시설 준공 전·후 기간에 해당하는 2002년 5월부터 2005년 12월까지의 월별 관측 자료를 이용하여 주문진항의 일반 수질항목(수온, pH, 염도, SS[부유물질농도], DO[용존산소농도] 등) 변화 양상을 분석하였으며, COD 항목의 변화양상 분석은 DO 변화 양상 분석을 설명하기 위한 보조적인 관점에서 수행하였다. 일반 수질항목은 오염물질 항목에 해당하는 COD, TN, TP 항목과는 달리 인위적인 영향과 자연적인 영향이 동등하기 때문에, 인위적인 환경개선사업이 수행되어도 그 효과가 수질변화에 반영되는 양상이 판이할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 수온, pH, 유역의 유입에 의한 영향과 흐름에 의한 부유의 영향이 지배적인 SS, 저층 퇴적물의 오염 및 COD(유기물 오염) 농도에 의한 영향과 대기로부터의 공급 및 광합성이 지배적인 DO 농도 변화 분석에 중점을 두어 수행하였다. 또한, 하수종말처리시설 및 해수교환시설이 주문진항의 일반 수질항목에 미치는 부분적인 영향을 정량적으로 분석하였다.

2. 현장관측 및 분석

수질관측은 주문진항내를 포함하여 총 15개 지점에서 월별로 수행하였다. 수질분석은 현장에서 측정이 가능한 항목(pH, 수온, 염도, DO)은 현장에서 휴대용 측정기(YSI 85 및 Cyberscan 200)를 이용하여 측정하고, 실험실 분석이 필요한 SS, COD 항목은 수질오염공정시험방법(환경부고시, 2004)에 제시된 방법으로 분석을 수행하였다(Chapman, 1992). 관측지점은 주문진항 내부의 10개 지점, 주문진항 입구 및 신리천이 유입되는 하구 2개 지점, 주문진항 방파제를 따라서 외해방향에서 3개 지점 등 총 15개 지점이다(Fig 1참조). 수질관측은 2002년 5월부터 2005년 12월까지 상층, 하층을 구분하여 월별로 수행하였으며, 관측 자료는 부록에 제시하였다. 수질관측을 위한 채수지점의 수심은 상층

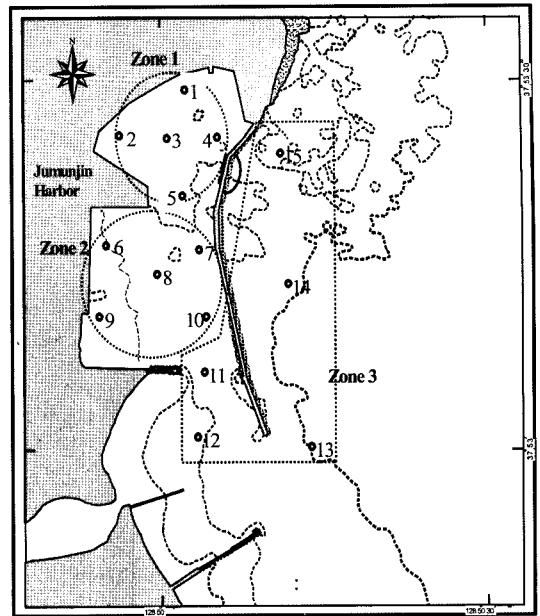


Fig. 1. Water quality sampling stations in Jumunjin Harbour.

의 경우, 표층 채수를 하였으며, 하층의 경우에는 저층(해저면)에서 1~2 m 높이의 지점을 기준으로 하여 채수하였으나, 시기적으로 0.5 m 정도의 차이가 발생하였다(Table 1채수지점 하층의 수심).

한편, 주문진항 해역은 파고는 0.15~0.45 m 정도가 가장 빈번하며, 태풍이 내습하는 시기에는 1~2m 정도의 파고도 관측되었다. 주문진항 내부 영역의 조석에 의한 흐름은 조석의 영향이 작기 때문에 유속은 0.02~0.03 m/s 정도로 매우 미미한 정도였으나, 해수교환 시설이 완공 된 후에는 해수가 유입되는 인접 지점(정점 4)에서의 유속이 0.20 m/s 내외로 크게 증가되어 해수교환 효과를 기대할 수 있을 것으로 파악되었다(이달수, 2005).

3. 일반 수질항목 농도 변화분석

주문진항 수질변화 분석 대상에 포함된 일반 수질항목은 수온, 염도, DO, pH, SS 농도이며, 분석기간은 해수교환시설 건설 및 주문진 하수종말 처리시설 가동 기간이 포함된 2002년 5월부터 2005년 12월까지이다. 관측기간 내 2004

Table 1. Depth of the bottom layer sampling stations

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Depth(m)	2.5~3.0	2.5~3.0	2.5~3.5	2.5~3.5	3.0~4.0	4.5~5.0	5.5~6.0	4.5~5.5	2.5~3.5	5.5~6.5	3.5~5.5	2.5~3.5	8.0~9.0	8.5~9.5	8.0~9.5

년 8월, 2005년 11월 자료가 결측되었으며, 연도별로 월별 자료 12개를 기준으로 한다면, 2002년 1월부터 4월까지의 자료도 결측된 상태로 간주할 수 있다. 연안해역의 수질변화 양상은 수질항목 및 지역적인 유역·해역 특성에 따라 계절적인 변화가 뚜렷한 경우도 있고, 모호한 경우도 있다. 따라서, 결측된 자료가 월별 평균 또는 전체적인 계절변화 양상을 반영하는 과정에서 누락(결측)된 자료를 이용하여 분석하는 경우에는 통계적인 편기(bias)를 유발할 수 있기 때문에 전체적인 변화양상을 반영하기 위해서는 결측자료를 보완하는 작업이 필요하다.

본 연구에서는 자료가 결측된 구간이 자료변화의 정점구간(최대값 또는 최소값 영역)에 해당하는 경우에는 선형·외삽하여 결정하였으며, 변화양상의 사이(변화범위에 포함된 영역)에 있는 경우에는 내삽(결측자료 전·후 자료를 산술평균)하여 보완하였다.

한편, 2002년 자료는 하수종말 처리시설 건설·가동전 수질을 판단할 수 있는 중요한 기간에 해당한다. 2002년 1월~4월까지의 결측자료를 제외하고 분석할 할 경우에는 수질이 비교적 양호한 기간에 해당하여 통계적 편기를 유발할 것으로 판단되는 바, 적절한 방법의 자료보완이 필요하다. 본 연구에서는 2003년~2005년 동시기의 농도자료를 분석한 결과 큰 변화를 보이지 않아, 2003년부터 2005년까지 1월~4월까지의 월자료를 각각 산술평균하여 2002년 1월~4월 자료로 대체하였다.

3.1 정점별 수질농도 변화양상 분석

정점별 수질농도 변화양상은 관측·분석기간 동안의 수질 자료는 상층·하층 구분하여 동일한 정점에 대하여 평균한 자료를 이용하여 분석하였다.

수온은 주문진항 내부에서 외부해역으로 갈수록 상층수온과 하층수온이 상대적으로 크게 차이가 나는 경향을 보이고 있으나, 절대적인 차이는 0.5°C 미만이다. 또한, 지점별로는 항 입구지점에서 크게 나타나고 있으나 절대적인 크기는 미미한 정도이다. 염도는 항만 내부에서는 전체적으로 큰 변화는 보이지 않으며, 외부해역으로 갈수록 염도가 0.5‰ 이상 크게 증가하는 경향을 보이고 있으며, 상층·하층의 염도차이는 0.2‰ 정도로 지점별로 큰 차이를 보이고 있지는 않다. pH 항목의 농도는 항만내부 지점에서는 7.7 정도이나, 외부해역으로 갈수록 7.9 내외로 서서히 증가하는 양상이 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있다. DO 농도는 염도 변화와 유사한 양상을 보이고 있으며, SS 농도는 염도변화 양상과 반대되는 양상을 뚜렷하게 보이고 있

다(Fig. 2참조).

DO 농도변화를 유발하는 대표적인 인자는 대기로부터의 공급(시기적인 변화 반영) 및 유기물 분해과정에서의 DO 소비, 조류(藻類, algae)의 광합성에 의한 산소공급 및 호흡에 의한 산소소비(주로 일단위의 단기적인 변화 반영), 오염 퇴적물의 유기물 오염수준으로 공간적인 오염정도를 반영한다(Thomann & Mueller, 1987). 따라서, DO 농도의 정점별 변화는 지역적인 변화를 반영하는 요인으로 COD 항목 및 저층 퇴적물 오염도와 관련하여 분석할 수 있다. DO 농도가 주문진항 내부에서 외부로 갈수록 증가하는 경향은 COD 항목의 농도가 내부에서 외부로 갈수록 감소하는 경향과 일치하는 바, DO 농도의 공간적인 변화는 저층 퇴적물의 오염도와 COD 항목 농도가 지배적인 역할을 하는 것으로 사료된다.

전체적으로 일반 수질항목은 뚜렷한 총별 변화가 크게 나타나고 있지 않으며, 지점별 변화경향이 미미한 수온을 제외한 일반 수질항목은 주문진항 내부에서 외부해역 방향으로 뚜렷한 증가(염도, DO, pH 항목) 및 감소(SS) 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. pH 농도는 유역의 영향이 없는 해수의 경우, 8.2±0.3 정도를 유지하고 있기 때문에, 연안에서의 pH 농도변화는 유역의 영향 및 연안해역에서의 혼합과정을 반영할 수 있는 지표로 활용 할 수 있다(이광우, 1983). 한편, SS 농도는 주문진항 내부에서 4~5(mg/L) 정도, 외해에서는 2.0(mg/L) 정도로 내부가 뚜렷하게 높은 값을 보이고 있으며, 표층이 높은 값을 보이고 있다. 주문진항 해역은 SS 농도가 비교적 낮은 맑은 해역에 해당하며, 표층의 SS농도가 높은 이유는 저층 퇴적물의 부유에 의한 영향보다는 유역에서 유입된 미세입자의 장기 부유에 의한 영향으로 해석할 수 있다.

3.2 계절별 수질농도 변화양상 분석

주문진항의 계절별 일반 수질항목의 농도변화 양상분석은 동일한 시점(월)에서 상층·하층 구분하여 총 15개 지점의 평균자료를 이용하여 분석하였다.

수온은 상층·하층 큰 차이 없이 계절적인 변화양상(10°C 이상)이 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있으며, 2~5°C 범위의 연변화도 보이고 있다. 계절변화가 있는 우리나라 연안해역의 수온변화는 일반적으로 계절적인 변화양상이 뚜렷하게 나타나고 있다. 염도변화는 2002년 하계, 2005년 하계 염도저하를 양상을 제외하면 계절적인 변화는 크게 나타나고 있지 않으며, 하계의 염도저하는 강우 및 유역의 담수유출 등에 의한 일시적인 영향으로 판단된다. 염도변화

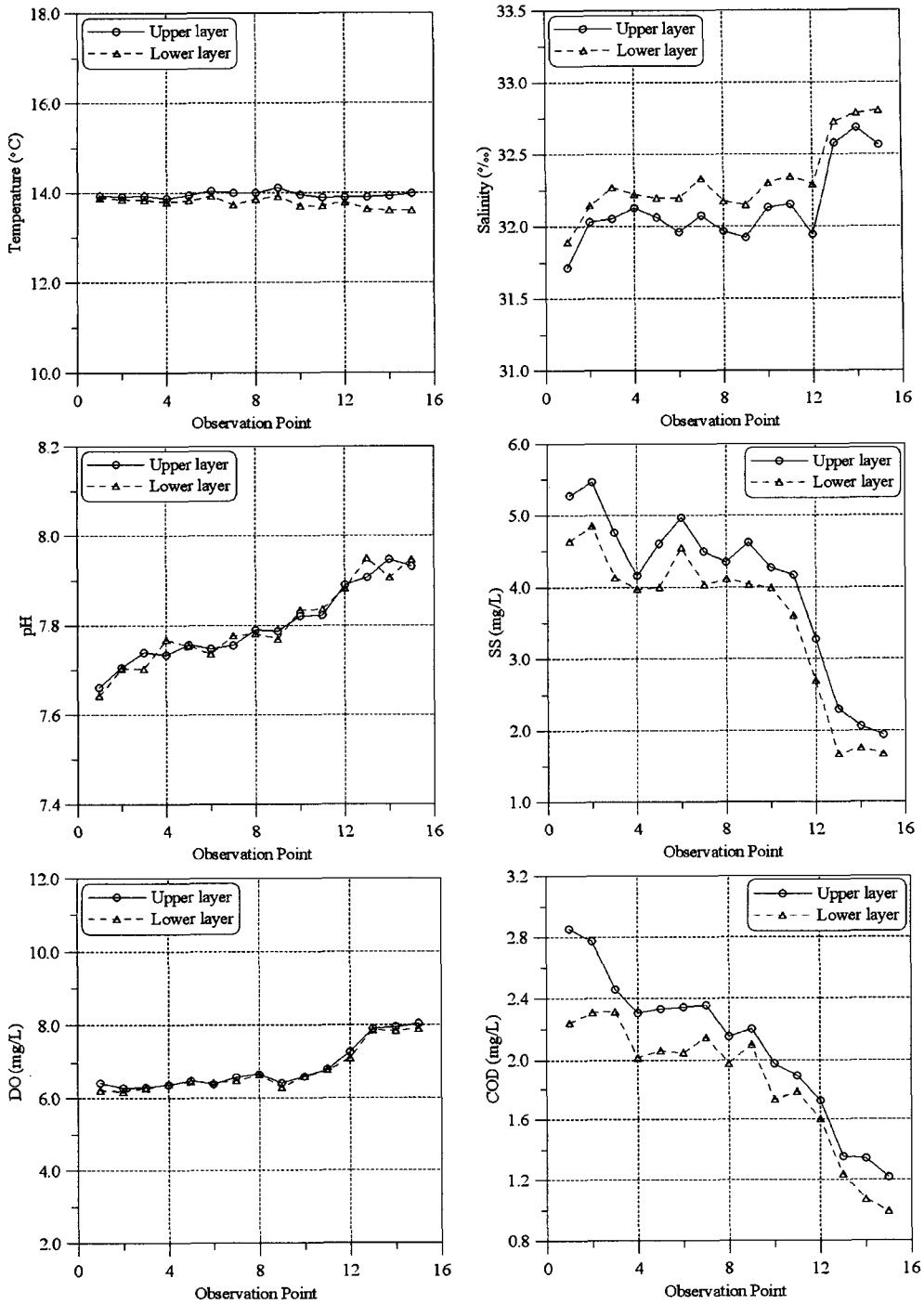


Fig. 2. Change pattern of the general water quality constituents of upper-lower layer at sampling stations.

는 하계 강우의 영향을 받기 때문에 계절적인 영향이 예상되나, 월별 염도변화 자료에서는 그 영향이 뚜렷하게 나타나지 않는 것으로 파악되었다. 염도변화를 강우에 의한 영

향과 관련하여 분석하기 위해서는 정점별로 염도를 연속 관측하여 월 단위 이하의 시간규모(일 단위 및 시간단위) 자료를 이용하는 방법이 필요할 것으로 판단된다(조흥연, 채장원,

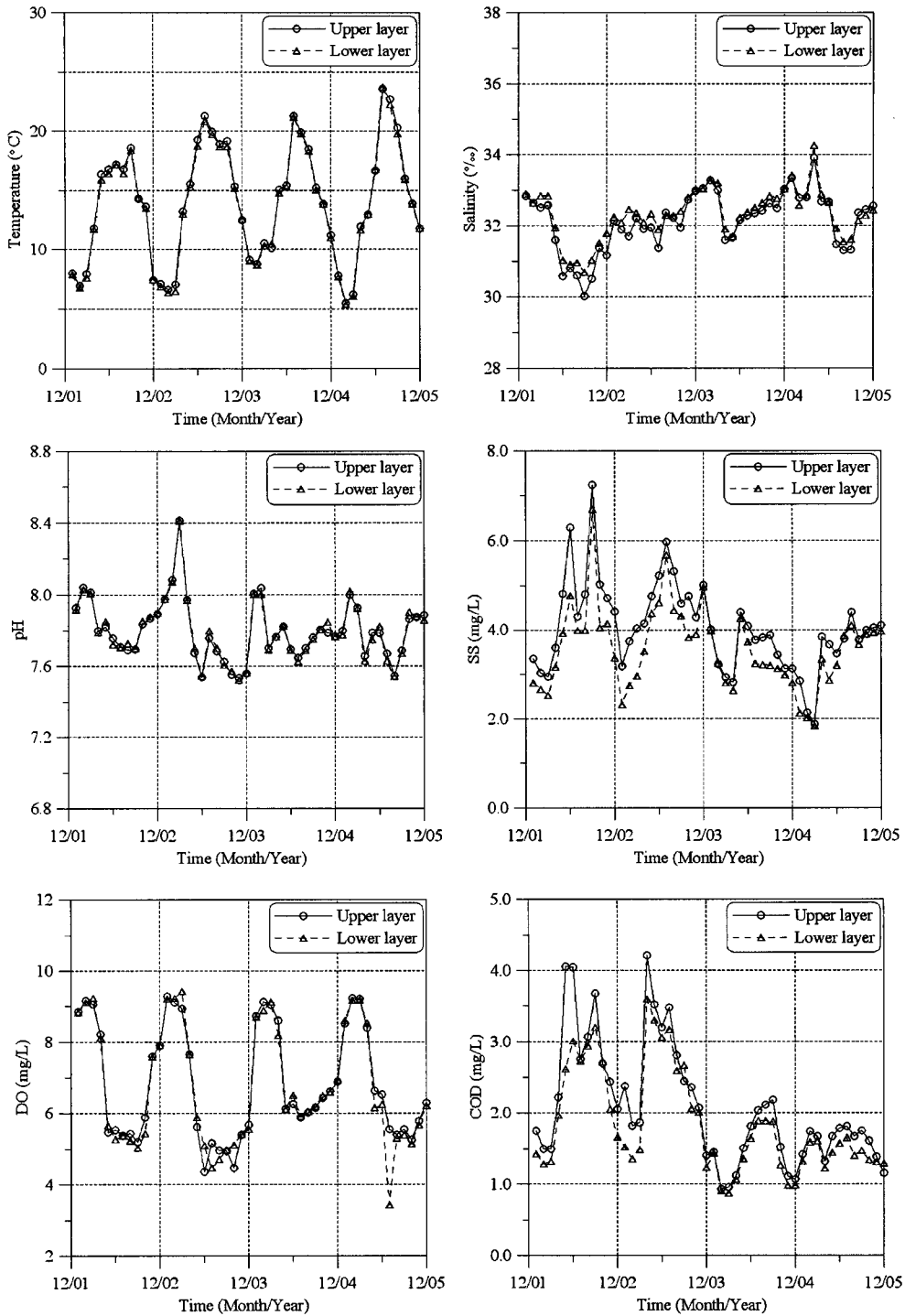


Fig. 3. Seasonal change pattern of the general water quality constituents of upper-lower layer.

1999).

pH 농도변화도 계절적인 변화는 뚜렷하게 나타나고 있

지 않으나, 월별 평균적으로 0.4 정도(최대 0.8) 농도변화가 나타나고 있음을 알 수 있다. 반면, SS 농도변화는 계절변

화가 뚜렷하나, 2004년 이후 4.0 mg/L 이하로 약화되는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다(Fig. 3참조).

또한, DO 농도도 상층-하층 큰 차이없이 계절적인 변화양상이 뚜렷하게 나타나고 있으나, 수온 변화양상과는 달리 하계에 낮은 농도, 동계에 높은 농도를 유지하고 있다. 하계에는 빈산소(hypoxia) 농도에 해당하는 5.0 mg/L 내외의 수치를 보이고 있어 하계 유기물에 의한 오염(산소소비 증가)이 여전히 심각함을 알 수 있다(박 등, 2003). 2003년 이후, COD 농도는 감소하는 경향을 보이고 있으며, 하계 DO 농도는 약간 개선되는 영향을 보이고 있음을 알 수 있다(Fig. 3참조). DO 농도의 상층-하층 변화가 미미한 것은 오염 퇴적물이 DO 농도에 미치는 계절적인 영향이 크지 않은 것으로 판단된다. 한편, 하계 DO 농도는 2003년 이후 0.5 mg/L 정도 증가하였으나, 2004년 하계 DO 농도의 일시적인 급격한 저하 등은 COD 농도변화 양상과 관련하여 분석하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다.

3.3 영역별 수질농도 변화양상 분석

본 연구영역을 주문진항 내부 깊숙한 영역(Zone 1; 정점 St.1~St.5), 주문진항 내부영역(Zone 2; St.6~St.10), 주문진항 외부영역(Zone 3; St.11~St.12 - 항입구 및 신리천 하구; St.13~St.15 - 주문진항 방파제 전면 해역)으로 구분하였으며, 영역별로 상층-하층 구분없이 정점 수질항목 자료를 관측 시점별(월별)로 평균한 자료를 이용하여 분석하였다. 본 분석은 3.2절에서 분석한 시간별 변화양상을 영역별로 세부 분석한 내용에 해당한다고 할 수 있다.

수온은 공간변화(영역별 변화)가 크게 나타나고 있지 않음을 알 수 있다. 염도는 전반적으로 변화양상이 매우 불규칙적이며, 주문진항 내부영역에서 2005년 염도가 크게 저하되고, 2002년 하계에 전체적으로 염도저하가 보이고 있으나, 외부해역에서는 큰 변화가 없는 것으로 보아, 유역에서의 자연적 또는 인위적 담수유출에 의한 영향으로 판단된다. 염도의 항만 내부영역 및 외부영역간의 차이가 크게 나타나지 않는 것으로 파악되었다. pH 농도변화도 계절적으로 불규칙적인 양상을 보이고 있으며, 전반적으로 방파제 전면 해역이 크게 나타나고 있으나 뚜렷한 영역간 차이는 보이지 않고 있는 것으로 파악되었다. 반면, SS 농도의 영역별 차이는 주문진항 내부영역에서 방파제 전면해역으로 농도가 감소되는 뚜렷한 양상을 보이고 있다. 방파제 전면해역은 1.0 mg/L 내외(2.0~3.0 mg/L 범위를 유지)로 SS 농도변화 폭이 매우 작은 반면, 주문진항 내부영역은 2002~2003년에는 최대 6 mg/L 내외, 2004~2005년에는 최

대 3 mg/L 내외로 크게 나타나고 있으나, 변화 폭은 2003년 이후 크게 감소하고 있음을 알 수 있다(Fig. 4참조).

한편, DO 농도는 하계 빈산소(hypoxia) 농도(5.0 mg/L 이하) 기간이 항만 내부영역에서 2004년을 제외하고는 뚜렷하게 나타나고 있으며, 영역 3에서는 나타나고 있지 않음을 알 수 있다. 2003년 이후, 영역 1, 2 COD 농도가 크게 저하되었음에도 불구하고, 영역 1, 2 DO 농도는 큰 변화가 없는 것으로 보아 COD 농도에 의한 영향이 미미한 것으로 판단된다. 영역 3 DO 농도는 영역 1, 2 DO 농도에 비하여 동계에는 1.0 mg/L, 하계에는 2.0 mg/L 높은 값을 보이고 있음을 알 수 있다. 하계 영역 1, 2 DO 농도가 방파제 전면 해역(영역 3) DO 농도와 큰 차이를 보이는 이유는, 주문진항 내부영역의 높은 COD 농도에 의한 영향 및 하계의 오염된 퇴적물에서의 활발한 분해활동에 의한 주문진항 내부 영역 DO 농도 저하로 판단된다(Fig. 4참조).

한편, DO 농도와 COD 농도의 상관관계를 분석한 결과, 상층의 DO, COD 농도와 하층의 DO, COD 농도와의 결정계수는 각각 0.9037, 0.7466으로 높은 상관관계를 보이고 있는 것으로 파악되었으나, DO 농도와 COD 농도의 상층, 하층 상관계수는 각각 0.2133, 0.2405로 매우 약한 상관관계를 보이고 있는 것으로 파악되었다(Fig. 5참조). 따라서, 일시적으로 또는 국지적으로 하층 DO 농도가 COD 농도에 영향을 미칠 수는 있으나, 전체적으로는 영향이 미미한 것으로 파악되었다.

4. 해수교환시설 및 하수종말처리시설 영향 분석

주문진 하수종말처리시설은 2003년 1월 이후 정상가동하고 있으며, 고차처리시설이기 때문에 유역의 인구 및 산업시설 등에서 발생하는 COD, TN, TP 오염물질(점 오염원)이 주문진항으로 유입되는 것을 차단하고 있으나, 비점오염원 유입에 대한 차단은 미미한 실정이다(Novotny and Chesters, 1981; Kennish, 2000). 반면, 해수교환방파제는 2004년 1월부터 외해의 청정한 해수를 주문진항 내부 깊숙한 영역으로 유입시켜 오염된 항만 해수를 혼합·희석하고, 외해로의 흐름을 유발하여 항내에 체류하는 오염물질을 외해로 유출시키는 역할을 하고 있다. 따라서, 하수종말처리시설의 영향은 2003년 이후로 계속되고 있으며, 해수교환시설의 영향은 2004년 이후로 하수종말처리시설의 영향에 누적된 효과로 나타날 것으로 예상할 수 있다. 그리고, 추가적인 수질농도 변화가 정량적으로 보이지 않는 경우에는 해수교환시설 및 하수종말처리시설의 영향이 주문진항 수질

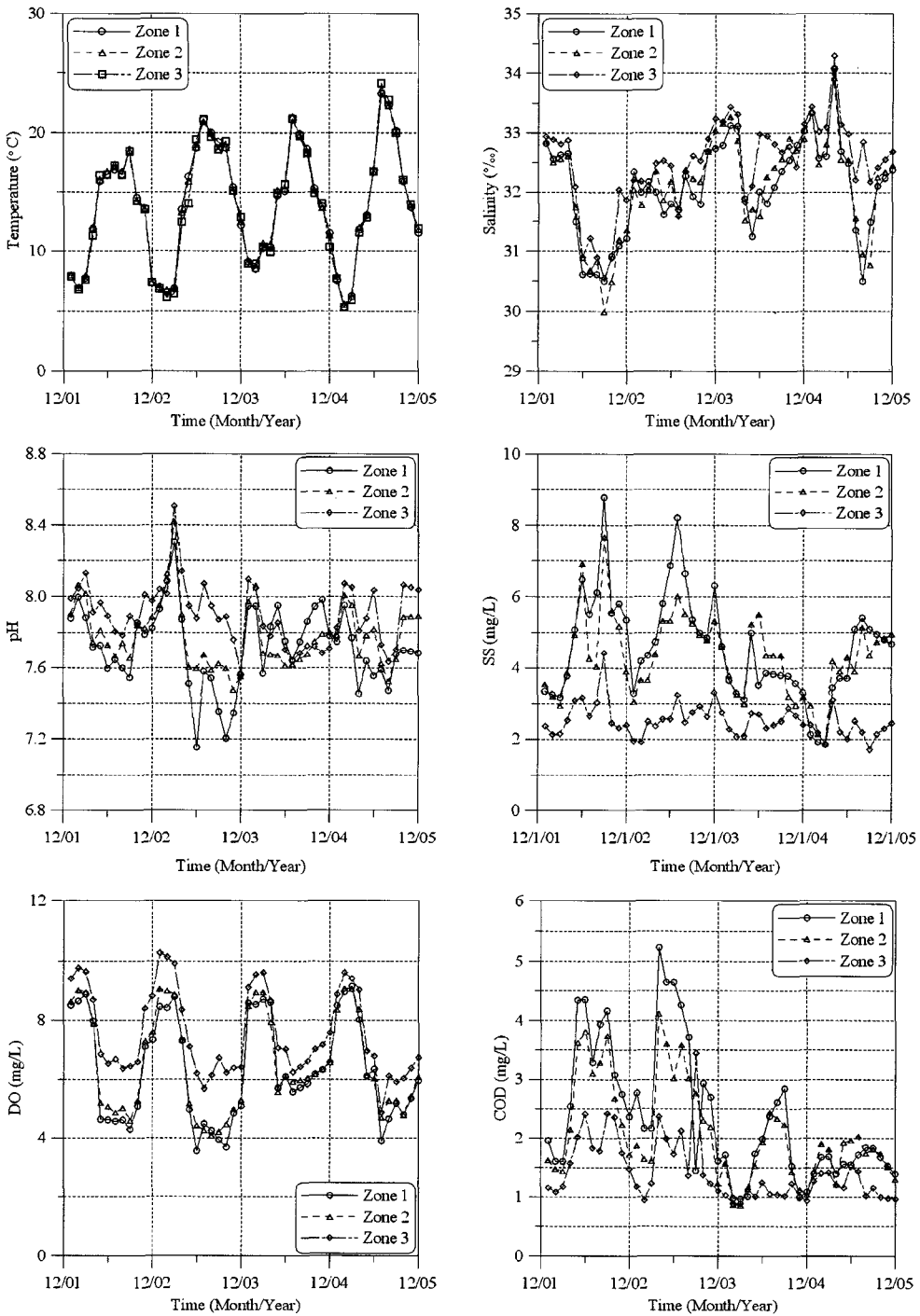


Fig. 4. Regional change pattern of the general water quality constituents.

과 평형상태를 이루고 있는 것으로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 지점별, 월별 자료를 영역별, 연도별로 평균하여 해수교환시설 및 하수종말처리시설의 수질개선효과

를 정량적으로 분석하였다. 연도별 농도변화 비율을 분석하기 위하여 2002년 연평균 농도를 기준으로 2003~2005년의 증감비율을 각각 계산하였다.

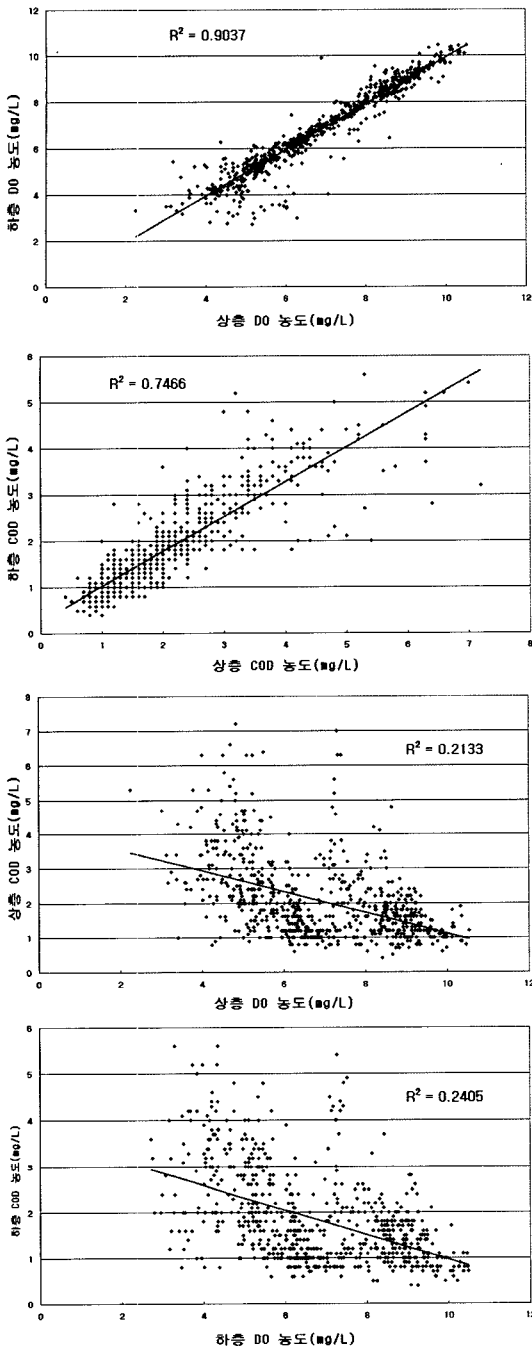


Fig. 5. Scatter plots between DO and COD concentration.

수온은 영역별, 연도별 변화가 +10% 내외로 하수종말처리시설 및 해수교환시설의 영향이 미미한 것으로 판단되었으며, 염도 및 pH 농도도 각각 3%, 1% 내외로 하수종말처리시설 및 해수교환시설과는 무관한 연 변화 정도로 판단된다(Table 2참조).

Table 2. Yearly change pattern of the general water quality constituents at Jumunjin Harbour

Temperature(°C)	2002년	2003년	2004년	2005년
Zone 1	12.9	14.6(+13%)	14.0(+8%)	14.0(+8%)
Zone 2	13.0	14.6(+12%)	14.1(+8%)	14.1(+8%)
Zone 3	12.8	14.3(+12%)	14.0(+9%)	14.1(+10%)
Salinity(‰)	2002년	2003년	2004년	2005년
Zone 1	31.5	32.1(+2%)	32.4(+3%)	32.2(+2%)
Zone 2	31.5	32.3(+3%)	32.5(+3%)	32.2(+2%)
Zone 3	31.8	32.5(+2%)	32.8(+3%)	32.8(+3%)
pH	2002년	2003년	2004년	2005년
Zone 1	7.8	7.6(-3%)	7.8(0%)	7.7(-1%)
Zone 2	7.8	7.8(0%)	7.7(-1%)	7.8(0%)
Zone 3	7.9	8.0(+1%)	7.8(-1%)	7.9(0%)
SS (mg/L)	2002년	2003년	2004년	2005년
Zone 1	5.2	5.5(+6%)	3.8(-27%)	3.9(-25%)
Zone 2	4.7	4.8(+2%)	4.0(-15%)	3.9(-17%)
Zone 3	2.7	2.6(-4%)	2.5(-7%)	2.3(-15%)
DO (mg/L)	2002년	2003년	2004년	2005년
Zone 1	6.3	5.7(-10%)	6.9(+10%)	6.3(0%)
Zone 2	6.6	5.9(-11%)	6.9(+5%)	6.6(0%)
Zone 3	7.8	7.5(-5%)	7.7(-1%)	7.8(0%)
COD (mg/L)	2002년	2003년	2004년	2005년
Zone 1	3.0	3.2(+7%)	1.7(-43%)	1.6(-47%)
Zone 2	2.6	2.6(0%)	1.6(-38%)	1.7(-35%)
Zone 3	1.8	1.7(-6%)	1.1(-39%)	1.2(-34%)

참고 : () 수치는 2002년 농도기준 증감(+, -) 비율

반면, SS 농도변화는 하수종말 처리시설 가동에 의한 영향이 매우 미미하게 반영되었으며, 해수교환시설에 의한 영향은 영역 1, 2 각각 26%, 16% 정도의 명확한 농도저감(수질개선)효과를 보이고 있는 것으로 파악되었으며, 방파제 전면해역은 10% 내외의 변화를 보이고 있으나 절대적인 농도변화는 1.0 mg/L 정도로 미미하다.

한편, DO 농도는 하수종말 처리시설 가동 후, 주문진항 내부영역(영역 1, 2)에서 10% 내외로 저하(수질악화 효과)되는 효과를 보였으나, 해수교환시설 건설후에는 오히려 10% 내외 증가(수질 개선 효과)되는 양상을 보이고, 2005년도 DO 농도는 2002년도에 비하여 변화가 없는 것으로 추정되어 10% 내외의 변화는 DO 농도의 연 변화 범위로 파악된다. 반면, COD 농도는 모든 영역에서 40% 내외로 뚜렷한 농도저감효과를 보이고 있으나, DO 농도개선에는 크게 기여하지 못한 것으로 판단된다. 그러나, 주문진항 내부영역과 방파제 전면해역의 COD 농도차이는 해수교환시설 설치에 의한 항만내 오염수와 외해 청정수의 활발한 혼합효과로 설치 전 1.0 mg/L, 설치 후 0.5 mg/L 정도로 영역별 농도차이가 감소하였다.

5. 결론 및 제언

참고문헌

주문진항에서 2002년부터 2005년까지 월별로 관측한 일반 수질항목의 정점별, 계절별 변화 양상을 분석하였다. 분석항목은 수온, 염도, pH, SS, DO, COD 항목이다.

일반수질항목의 정점별 변화는 SS 항목을 제외하고는 방파제 전면해역의 농도가 크게 나타나났으며, 상층-하층 변화는 뚜렷한 차이를 보이지 않는 것으로 파악되었다. 반면, 계절별 농도변화는 수온 및 DO 농도는 뚜렷한 변화양상을 보였으나, SS 항목 등은 불규칙한 양상을 보이고 있는 것으로 파악되었다.

또한, 지점별, 월별 자료를 영역별, 연도별로 평균하여 해수교환시설 및 하수종말처리시설의 수질개선효과를 정량적으로 분석하였다.

분석 결과, 수온, 염도, pH 항목의 영역별, 연도별 변화 비율은 각각 10%, 3%, 1% 내외로 하수종말처리시설 및 해수교환시설의 영향이 미미한 것으로 판단되었다. 특히, 수온항목의 변화를 보면, 2002년 평균수온이 2003년~2005년 자료의 평균 수온보다 10% 정도 작은 것은 기후변화에 의한 영향이라기 보다는 2002년 월수온관측자료의 대표성 결여 또는 월수온관측자료의 분산에 의한 영향으로 판단된다. SS 농도변화는 하수종말 처리시설 가동에 의한 영향이 매우 미미하게 반영되었으며, 해수교환시설에 의한 영향은 영역 1, 2 각각 26%, 16% 정도의 명확한 농도저감(수질개선) 효과를 보이고 있는 것으로 파악되었다. 한편, DO 농도는 하수종말 처리시설 가동 후, 주문진항 내부영역(영역 1, 2)에서 10% 내외로 저하(수질악화 효과)되는 효과를 보였으나, 해수교환시설 건설 후에는 오히려 10% 내외 증가(수질개선 효과)되는 양상을 보이고, 2005년도 DO 농도는 2002년도에 비하여 변화가 없는 것으로 추정되며 10% 내외의 변화는 DO 농도의 연 변화 범위로 판단된다.

한편, 주문진항 및 연안해역의 비점오염원에 의한 수질 변화 영향 및 일시적인 오염부하량 유입에 의한 수질변화 영향을 파악하기 위해서는 보다 작은 시간규모(월 단위 이하) 또는 연속 수질 관측자료를 이용하여 분석할 필요가 있을 것으로 판단된다.

박준건, 김은수, 조성록, 김경태, 박용철, 2003. 시화호 수질의 연변화 양상에 관한 연구, *Ocean and Polar Research*, Vol. 24, No.4, pp. 459-468.

이광우(역자), 1983. 해양화학, 대한교과서 주식회사.

이달수, 2004. 주문진항 해수교환시설 설치공사-사전 모니터링 최종보고서, 한국해양연구원, 동해지방해양수산청.

이달수, 2005a. 주문진항 해수교환시설 준공후 모니터링 조사용역 1차분 최종보고서, 한국해양연구원, 동해지방해양수산청.

이달수, 2005b. 주문진항 해수교환시설 준공후 모니터링 조사용역 2차분 최종보고서, 한국해양연구원, 동해지방해양수산청.

조홍연, 김창일, 이달수, 한동준, 2006. 주문진항 COD 및 영양염류 변화 분석, 한국해양-해양공학회지, 제18권, 제3호, pp. 211-224.

조홍연, 채장원, 1999. 진해-마산만 일반 수질항목 및 영양염류 장기 추이분석, *Ocean Research*, Vol.21, No.1, pp. 13-25.

조홍연, 김창일, 이달수, 2004. 강릉 신리천의 수량-수질 분석 및 오염부하량 추정, 한국해양-해양학회지, 제16권, 제4호, pp.196-205.

환경부 고시, 2004. 수질오염공정시험방법, 환경부 고시 제2004-188호.

Chapman, D., 1992. Water quality assessment: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chaps. 3, 6-7, UNESCO/WHO/UNEP, Chapman & Hall, 239-369.

Kennish, M.J. (Editor), 2000. Estuary Restoration and Maintenance, The National Estuary program, CRC Press.

Novotny, V.N. and Chesters, G., 1981. Handbook of nonpoint pollutions: Sources and Management. Van Nostrand Reinhold company.

Thomann, R.V. and Mueller, J.A., 1987. Principles of surface water quality modeling and control. Chap. 1 and 6, Haper Collins Publishers.

Received April 10, 2007

Accepted May 28, 2007

부 록. 주문진항 일반수질항목 농도 관측자료

Station	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15			
Temp.	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
2002.1	7.9	7.3	7.8	7.8	8.1	7.9	8.0	7.9	7.9	7.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	8.1	7.9	8.1	7.9	8.1	8.1	7.9	7.8	7.9	7.7	7.9	7.6	8.0	7.7		
2002.2	6.7	6.7	6.8	6.7	7.0	7.0	6.9	6.7	7.0	6.9	7.1	6.9	7.0	6.7	7.1	6.9	7.2	7.1	6.9	6.8	6.8	6.7	7.1	7.0	7.0	6.7	6.8	6.6	6.9	6.7		
2002.3	7.9	7.6	8.0	7.8	7.9	7.7	8.0	7.7	8.1	7.5	8.2	7.9	8.1	7.7	8.1	7.7	8.0	7.8	8.2	8.0	8.2	7.7	7.9	7.6	7.5	7.4	7.6	7.2	7.6	7.1		
2002.4	12.0	12.2	11.8	11.8	11.9	11.8	11.8	11.7	11.9	12.1	12.1	12.5	12.2	11.7	12.1	11.9	12.2	11.9	11.6	11.6	11.6	11.9	11.7	11.6	11.3	11.0	11.0	10.9	11.3	11.0		
2002.5	16.1	15.9	16.0	15.9	16.0	15.7	16.2	15.6	16.2	15.7	16.3	15.9	16.2	15.4	16.2	15.3	16.6	16.3	16.4	15.7	16.5	15.7	16.5	16.2	16.6	16.5	16.7	16.0	16.5	16.4		
2002.6	16.7	16.3	16.7	16.2	16.5	16.5	16.7	16.6	16.8	16.1	16.7	16.2	17.1	16.4	16.9	16.8	17.2	17.0	17.0	16.3	16.8	16.2	16.7	16.3	16.6	16.5	16.4	16.3	16.5	16.1		
2002.7	17.3	17.1	17.0	17.2	16.9	16.8	16.7	16.6	16.7	16.7	17.3	17.4	17.3	17.2	17.3	17.1	17.6	17.5	17.3	17.4	17.0	17.3	17.4	17.6	17.5	17.4	17.3	17.3	17.0	16.4		
2002.8	16.7	16.3	16.7	16.2	16.5	16.5	16.7	16.6	16.8	16.1	16.7	16.2	17.1	16.4	16.9	16.8	17.2	17.0	17.0	16.3	16.8	16.2	16.7	16.3	16.6	16.5	16.4	16.3	16.5	16.0		
2002.9	18.6	18.3	18.7	18.2	18.4	18.4	18.6	18.6	18.7	18.8	18.6	18.1	18.3	18.6	18.8	18.7	18.2	18.0	18.6	18.7	18.5	18.3	18.7	18.3	18.4	18.3	18.8	18.2	18.7	18.1		
2002.10	14.6	14.6	14.6	14.6	14.5	14.5	14.4	14.5	14.4	14.5	14.3	14.5	14.4	14.3	14.2	14.2	14.1	14.5	14.3	14.1	14.2	14.1	12.7	14.3	14.6	14.1	14.7	14.4	14.7	14.4		
2002.11	13.6	13.6	13.7	13.5	13.6	13.7	13.6	13.5	13.7	13.5	13.6	13.5	13.5	13.4	13.5	13.5	13.6	13.5	13.5	13.4	13.6	13.5	13.7	13.4	13.7	13.5	13.6	13.4	13.7	13.3		
2002.12	7.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3	7.5	7.3	7.4	7.4	7.4	7.5	7.5	7.3	7.4	7.5	7.4	7.5	7.4	7.4	7.5	7.4	7.5	7.4	7.4	7.3	7.5	7.4	7.6		
2003.1	7.1	6.9	7.2	7.1	7.2	6.9	7.1	6.8	7.0	6.9	7.3	7.1	7.2	7.0	6.9	6.9	7.1	7.0	7.2	6.9	7.1	7.0	7.0	6.7	7.1	6.9	6.9	6.7	6.9	6.8		
2003.2	6.3	6.3	6.2	6.2	6.9	7.0	6.8	6.3	6.9	6.7	7.0	6.8	7.1	6.6	7.2	6.7	6.6	6.4	6.8	6.5	6.4	6.3	6.4	6.1	6.5	6.0	6.1	5.8	6.3	5.9		
2003.3	6.9	6.6	6.9	6.9	7.3	6.7	7.2	6.5	7.3	6.5	7.2	6.5	7.2	6.5	7.4	6.5	7.4	6.9	7.3	6.4	7.0	6.1	6.8	6.5	6.4	6.3	6.6	6.1	6.8	6.2		
2003.4	13.5	13.7	13.4	13.3	13.5	13.6	13.4	13.2	13.7	13.9	13.7	14.0	13.8	12.9	13.5	13.3	13.4	13.2	12.8	12.7	12.6	12.5	12.6	12.4	12.7	12.3	12.4	12.1	12.8	12.1		
2003.5	16.8	16.3	16.4	16.2	16.1	16.4	16.4	16.3	15.9	16.2	16.2	15.8	16.1	16.4	16.2	16.3	15.9	16.1	15.3	14.8	14.8	14.3	14.3	13.9	14.0	13.6	14.3	13.7	14.1	13.2		
2003.6	18.9	18.5	18.8	18.6	19.2	18.5	18.9	18.5	18.9	18.7	19.2	18.8	19.1	17.7	18.9	18.7	19.3	18.9	19.0	18.2	19.1	17.8	19.6	19.3	19.7	19.4	20.0	19.5	20.1	19.7		
2003.7	21.3	20.9	21.2	21.0	21.1	21.0	20.9	20.9	21.3	20.9	21.6	20.7	21.0	20.5	21.0	20.7	21.6	20.7	21.2	20.3	21.3	20.3	21.2	20.8	20.9	21.2	21.7	21.2	21.6	21.3		
2003.8	19.3	19.6	20.1	19.8	20.2	20.4	19.7	20.4	20.6	19.5	19.7	19.7	20.6	20.1	19.8	19.6	20.4	19.6	20.1	19.7	20.1	19.6	19.8	19.6	19.3	19.2	19.7	19.3	19.8	19.7		
2003.9	19.8	19.4	19.3	19.0	19.3	18.7	19.3	19.0	19.2	19.1	19.0	18.7	18.8	18.5	18.2	18.3	19.0	18.7	18.4	18.0	18.1	18.0	18.6	18.4	18.5	18.6	18.9	18.5	19.1	19.0		
2003.10	18.9	18.5	18.8	18.6	19.2	18.5	18.9	18.5	18.9	18.7	19.2	18.8	19.1	17.7	18.9	18.7	19.3	18.9	19.0	18.2	17.1	17.8	19.6	19.3	19.7	19.4	20.0	19.5	20.5	19.4		
2003.11	15.2	15.4	15.6	15.3	16.3	15.4	15.1	14.8	15.2	15.4	15.6	15.1	15.3	15.6	14.7	15.1	15.3	15.4	15.0	14.6	14.7	15.3	15.1	15.3	15.1	15.4	15.2	15.1	15.0	15.0		
2003.12	12.3	12.3	12.2	12.3	11.4	12.4	12.0	12.4	12.3	12.3	12.7	12.7	12.6	12.5	12.3	12.4	12.6	12.3	12.5	12.4	12.3	12.7	12.9	13.3	13.0	13.1	12.9	13.2	13.0	13.0		
2004.1	9.2	9.2	9.0	9.1	9.1	9.3	9.1	9.3	9.2	9.1	9.0	9.2	9.2	9.3	9.2	9.1	9.1	9.0	8.9	9.1	9.0	9.1	9.3	8.9	8.7	8.9	8.8	9.0	8.9	9.2	8.8	
2004.2	8.3	8.3	8.6	8.6	8.7	8.7	8.6	8.6	8.5	8.7	8.9	8.5	8.6	8.2	8.6	8.5	8.9	8.8	8.5	8.4	8.5	8.4	9.2	9.1	9.2	9.0	9.2	9.0	9.2	9.1		
2004.3	10.4	9.8	10.6	10.1	10.4	10.1	10.4	10.3	10.6	10.1	11.1	11.0	10.8	10.2	10.7	10.5	10.1	10.4	10.8	11.2	11.3	11.0	10.6	10.3	10.2	10.2	10.2	10.0	10.2	9.8		
2004.4	10.5	11.1	9.7	10.3	10.1	10.7	10.0	10.6	10.1	10.6	10.4	10.6	10.7	10.5	10.8	10.9	10.9	10.9	9.9	10.8	10.2	11.3	10.4	10.7	9.5	9.6	9.5	9.3	9.5	9.7		
2004.5	14.6	14.5	14.5	14.3	14.8	14.5	15.3	14.8	15.0	14.7	14.6	14.2	14.6	14.4	16.0	15.5	15.6	15.7	15.3	15.4	15.8	15.3	14.8	14.7	14.6	14.5	14.8	14.3	15.3	15.0		
2004.6	15.3	15.2	15.2	15.2	15.0	14.9	14.8	14.8	15.2	15.1	15.4	15.3	15.2	15.0	15.5	15.5	15.2	15.1	15.2	15.3	15.7	15.4	15.8	15.7	15.7	15.5	15.8	15.7	15.7	15.6		
2004.7	21.2	21.1	21.4	21.4	21.1	21.0	21.0	20.8	21.2	21.3	21.6	21.8	21.2	21.1	21.3	21.2	21.4	21.3	21.2	21.4	21.1	21.1	21.2	21.2	21.2	21.3	21.0	21.4	21.1	21.4	21.0	
2004.8	20.0	19.9	20.1	20.1	19.9	19.7	19.8	19.6	19.9	19.9	20.1	20.2	19.8	19.8	19.8	19.7	19.9	19.8	19.8	19.6	19.7	19.7	19.8	19.7	19.9	19.5	19.9	19.7	19.9	19.6		
2004.9	18.8	18.7	18.7	18.8	18.6	18.4	18.5	18.4	18.6	18.4	18.6	18.5	18.3	18.4	18.3	18.2	18.3	18.2	18.3	18.1	18.3	18.2	18.4	18.2	18.4	18.0	18.3	18.2	18.4	18.2		
2004.10	15.5	15.3	15.4	15.3	15.3	15.2	15.2	15.0	15.4	15.2	15.1	15.0	15.2	15.0	15.3	15.1	15.1	15.0	15.3	15.2	15.3	15.0	15.1	15.0	15.1	15.0	14.9	14.6	14.8	14.6		
2004.11	13.7	13.8	13.7	13.7	13.7	13.8	13.8	14.0	13.6	13.7	13.5	13.6	13.8	13.8	13.6	13.7	13.7	13.6	13.6	13.8	13.7	13.6	13.5	13.3	14.5	14.3	14.6	14.2	14.6	14.3		
2004.12	11.6	11.7	11.8	11.9	11.4	11.3	11.5	11.2	11.6	11.4	12.0	11.8	11.7	11.5	11.4	11.3	11.1	10.9	11.4	10.6	11.1	10.6	10.4	10.2	10.4	10.2	10.3	10.2	10.3	10.1		
2005.1	7.5	7.4	7.2	7.2	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7	7.8	8.1	8.0	7.8	7.7	8.1	7.9	8.3	7.9	7.9	7.8	8.0	7.9	7.8	8.0	7.8	7.4	7.8	7.3	7.8	7.4		
2005.2	5.5	5.5	5.5	5.4	5.5	5.4	5.2	5.1	5.5	5.3	5.5	5.4	5.4	5.2	5.5	5.4	6.2	6.2	5.5	5.4	5.5	5.4	5.7	5.7	5.3	5.1	5.2	5.0	5.2	5.1		
2005.3	6.3	6.5	6.4	6.3	6.1	6.2	6.3	6.2	6.3	6.2	6.0	6.2	6.1	6.3	6.2	6.0	6.5	6.1	6.5	6.3	6.4	6.1	6.2	6.1	6.0	5.8	5.9	5.6	5.9	5.4		
2005.4	12.1	11.8	12.2	11.8	12.2	11.1	12.0	11.4	12.0	11.9	12.3	13.0	12.2	11.7	12.0	11.6	12.2	11.7	12.0	11.2	11.9	11.8	12.0	11.8	11.8	11.2	11.2	11.2	11.5	11.3		
2005.5	12.6	13.4	12.7	13.5	12.7	13.4	12.8	13.2	12.8	13.1	13.2	13.0	12.8	12.7	13.2	13.1	13.2	13.6	13.0	12.6	12.9	13.2	12.6	13.2	13.1	12.2	13.0	12.1	13.6	12.5		
2005.6	16.6	17.0	16.4	17.0	16.4	16.8	16.5	17.0	16.4	16.7	16.5	16.9	16.4	16.6	16.5	16.8	16.5	16.9	16.6	16.9	16.6	16.8	16.8	17.2	16.8	15.0	17.2	16.9	17.2	17.0		
2005.7	23.0	23.6	22.9	23.3	23.0	23.6	23.0	23.6	23.1	23.4	23.3	23.6	23.3																			

Station	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15			
DO	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
2002.1	8.55	8.51	8.56	8.49	8.58	8.35	8.39	8.47	8.49	8.60	8.71	8.51	8.63	8.75	8.76	8.56	8.62	8.61	8.41	8.57	9.16	9.24	9.36	9.38	9.43	9.47	9.53	9.55	9.49	9.49		
2002.2	8.45	8.41	8.51	8.65	8.72	8.78	8.53	8.90	8.79	8.62	9.13	9.24	8.96	8.95	9.20	9.15	8.99	8.86	8.74	8.68	9.46	9.31	9.59	9.46	9.96	9.80	9.99	9.67	10.33	10.10		
2002.3	8.91	8.82	8.69	8.99	8.77	9.08	8.67	9.05	9.14	8.62	8.73	9.29	8.76	8.97	8.92	9.31	8.93	8.90	8.68	8.92	9.04	9.35	9.31	9.48	9.87	9.83	9.73	9.95	9.77	10.04		
2002.4	7.87	7.71	7.91	7.93	8.09	8.41	7.82	8.04	8.01	7.93	7.93	7.76	8.01	7.27	8.53	8.26	7.62	7.65	7.94	7.75	8.24	7.95	8.39	8.21	8.99	8.93	8.98	9.08	8.93	9.03		
2002.5	5.50	5.00	4.16	4.44	4.45	4.36	4.70	3.74	5.06	4.92	5.10	5.28	5.09	5.02	5.20	6.12	4.67	5.35	4.48	5.57	5.43	5.38	6.14	7.44	7.32	7.40	7.19	6.86	7.49	7.83		
2002.6	4.84	4.21	5.03	4.16	4.78	4.66	4.85	3.68	4.68	5.17	5.02	5.55	5.23	5.34	5.45	5.45	3.99	3.85	5.42	5.35	4.93	5.30	6.06	4.34	7.26	8.03	7.70	7.64	7.81	6.28		
2002.7	4.36	4.36	4.97	4.36	5.10	4.97	4.36	4.12	4.36	4.67	4.79	5.23	4.47	5.10	4.97	5.10	4.23	4.31	5.23	5.21	5.14	5.11	4.97	4.36	7.96	8.04	7.87	7.73	7.71	7.90		
2002.8	4.84	4.21	5.03	4.16	4.78	4.66	4.85	3.68	4.68	5.17	5.02	5.55	5.23	5.34	5.45	5.45	3.99	3.85	5.01	5.35	4.93	5.30	4.44	4.34	7.62	7.78	7.70	7.48	7.81	6.28		
2002.9	4.52	3.98	4.75	4.10	4.32	4.22	4.57	3.21	4.39	4.98	4.87	4.66	5.11	5.22	4.89	4.56	3.41	3.17	4.98	5.11	5.17	5.21	4.13	4.22	7.59	7.80	7.49	7.50	7.71	7.56		
2002.10	5.20	5.13	4.77	4.92	5.02	4.94	5.26	5.11	5.31	5.20	5.13	5.02	5.74	4.30	5.25	5.52	5.33	5.05	6.14	5.29	5.39	5.66	7.44	5.56	7.12	5.62	7.56	7.37	7.58	6.60		
2002.11	6.98	7.02	7.11	7.00	7.35	7.25	6.78	6.97	7.20	7.23	7.24	7.11	7.64	7.52	7.17	7.03	7.21	7.20	7.43	7.28	7.55	7.91	8.23	8.37	8.74	8.69	8.47	8.56	8.88	8.50		
2002.12	7.14	7.38	7.12	7.21	7.88	7.08	6.93	7.40	7.44	7.60	7.40	7.65	8.23	7.82	7.21	7.97	7.43	7.29	7.56	7.44	7.84	8.35	8.80	8.42	8.82	8.90	9.30	9.06	9.32	9.24		
2003.1	8.21	8.17	8.65	8.32	8.47	8.24	8.39	8.11	9.02	8.83	9.14	9.11	9.23	9.11	9.36	9.01	9.11	8.87	8.47	8.89	10.35	10.12	10.33	10.45	10.11	10.36	10.14	10.39	10.17	10.27		
2003.2	7.82	8.23	8.12	8.75	8.23	8.74	8.12	8.95	8.72	8.41	8.83	9.23	8.87	8.94	9.23	9.38	8.85	8.47	8.74	9.21	10.12	9.69	9.89	10.12	10.34	10.11	10.35	10.21	10.47	10.11		
2003.3	8.50	8.84	8.51	8.86	8.49	9.25	8.23	9.57	8.93	8.55	8.80	9.36	8.46	9.30	8.67	9.47	8.43	8.15	8.51	9.38	9.35	10.07	9.57	9.46	10.12	10.25	9.59	10.35	9.81	10.48		
2003.4	7.25	7.10	7.33	7.42	7.24	7.18	7.41	7.52	7.30	7.28	7.21	7.32	7.27	7.36	7.41	7.26	7.25	7.36	7.46	7.26	8.04	8.12	8.36	8.42	8.40	8.35	8.45	8.47	8.38	8.42		
2003.5	5.23	4.75	4.98	4.63	3.78	4.36	5.27	6.03	5.24	5.47	4.36	6.25	5.47	5.36	5.38	5.47	4.93	4.58	4.93	5.03	5.24	5.67	6.85	7.06	7.48	7.93	7.77	7.59	7.37	7.96		
2003.6	4.00	3.63	3.01	3.50	2.25	3.30	3.89	4.02	3.37	4.75	3.17	5.44	3.96	5.27	3.72	5.20	3.62	4.04	4.49	5.33	4.02	5.18	5.82	6.02	6.65	6.78	6.75	6.95	6.87	7.02		
2003.7	4.55	4.34	4.82	4.36	4.38	4.37	4.84	4.29	4.90	4.12	4.58	4.52	4.85	3.48	5.06	4.15	4.53	2.75	4.93	3.82	5.15	2.71	5.71	5.75	6.40	5.35	6.33	6.20	6.35	6.85		
2003.8	4.35	4.21	4.54	4.21	4.09	4.24	4.39	4.17	4.24	4.09	4.14	4.06	4.27	4.02	4.17	4.22	4.68	3.07	4.27	4.11	4.87	3.98	6.38	6.38	6.58	6.50	6.58	6.65	6.74	6.69		
2003.9	4.32	3.95	4.23	3.82	3.41	3.62	3.58	3.87	4.36	4.32	3.58	4.18	4.03	4.26	4.18	4.06	4.18	4.32	4.58	4.74	5.36	5.38	6.89	6.74	6.98	7.06	7.15	7.23	7.16	7.14		
2003.10	4.11	3.63	3.12	3.50	3.25	3.30	3.89	4.02	3.37	4.75	3.17	5.44	3.96	5.27	3.72	5.20	3.60	4.04	4.94	5.33	4.02	5.18	5.82	6.02	6.65	6.94	6.75	6.95	6.83	7.03		
2003.11	4.72	4.83	4.93	5.03	4.97	5.11	4.78	4.63	4.73	4.69	4.91	4.72	5.01	5.21	4.96	5.10	5.41	4.97	4.36	5.21	5.23	5.20	5.98	5.45	7.03	7.11	7.11	6.82	6.79	7.03		
2003.12	5.19	5.20	5.27	4.85	5.21	4.99	5.02	4.87	5.25	5.12	5.36	5.18	5.61	5.75	5.41	4.93	5.12	4.96	5.15	5.60	5.56	4.86	6.20	5.90	6.83	7.24	6.82	6.75	7.02	6.98		
2004.1	8.83	8.72	8.53	8.43	8.57	8.43	8.52	8.50	8.39	8.78	8.74	8.21	8.25	8.63	8.73	8.47	8.39	8.42	8.43	8.42	9.11	8.96	9.24	9.36	9.10	9.03	9.12	9.08	9.01	8.92		
2004.2	8.52	8.45	8.40	8.23	8.75	8.51	8.41	8.68	8.80	8.65	8.96	8.90	8.90	8.82	9.32	9.03	9.30	9.21	8.82	8.14	9.28	9.23	9.64	9.02	9.86	9.71	9.93	9.11	9.99	9.72		
2004.3	9.02	8.60	8.35	8.94	8.74	9.03	8.66	8.63	8.67	8.45	8.14	9.10	8.79	8.65	9.24	9.35	9.34	9.62	8.66	8.41	9.03	8.89	9.17	9.73	9.92	9.80	9.98	9.77	9.87	9.92		
2004.4	8.56	8.37	8.50	8.53	9.14	9.50	8.04	8.24	8.74	8.42	8.52	8.01	8.59	6.42	8.94	8.26	7.63	7.34	8.23	7.37	8.34	7.44	8.47	7.55	9.22	8.73	9.12	9.41	9.05	9.24		
2004.5	5.63	5.54	5.26	5.18	5.32	5.28	6.43	6.29	6.12	5.98	5.47	5.52	5.58	5.69	5.69	5.83	5.74	5.59	5.29	5.35	5.84	5.59	6.38	6.58	7.23	7.18	7.96	8.03	7.84	7.98		
2004.6	5.68	5.90	5.72	5.63	6.12	6.23	6.32	6.56	6.30	6.45	5.47	5.39	6.12	6.23	6.23	6.21	6.20	6.21	6.32	6.25	6.25	6.34	6.54	6.48	6.89	9.90	6.87	6.93	6.92	6.98		
2004.7	5.27	5.20	5.18	5.32	5.78	5.60	5.74	6.21	5.68	5.72	5.29	5.30	5.68	6.03	6.10	6.11	6.10	6.05	6.24	6.14	6.10	6.05	6.26	6.21	6.24	6.20	6.21	6.26	6.36	6.42		
2004.8	5.48	5.45	5.43	5.51	5.71	5.62	5.94	6.20	5.88	5.92	5.38	5.47	5.72	6.08	6.17	6.16	6.15	6.11	6.29	6.25	6.20	6.18	6.36	6.31	6.55	6.47	6.45	6.50	6.59	6.61		
2004.9	5.69	5.70	5.68	5.70	5.63	5.63	6.13	6.18	6.07	6.12	5.47	5.63	5.75	6.12	6.24	6.21	6.20	6.17	6.34	6.35	6.29	6.30	6.45	6.40	6.86	6.74	6.69	6.73	6.81	6.80		
2004.10	6.38	6.21	5.98	6.21	5.96	5.87	6.26	6.36	6.24	6.28	5.42	6.02	6.32	6.28	6.10	6.11	6.15	6.10	6.59	6.56	6.60	6.54	6.68	6.75	7.21	7.30	7.24	7.36	7.27	7.26		
2004.11	6.52	6.48	6.15	6.06	6.15	5.64	6.65	6.70	6.56	6.35	5.76	6.16	6.51	6.68	6.19	6.40	6.18	6.24	6.68	6.55	6.69	6.50	6.94	7.03	7.32	7.42	7.31	7.40	7.51	7.35		
2004.12	6.52	6.53	6.42	6.40	6.58	6.56	6.59	6.82	6.58	6.80	6.48	6.43	6.47	6.48	6.70	6.74	6.46	6.48	6.72	6.78	6.83	6.89	7.72	7.70	7.75	7.78	7.72	7.82	7.79	7.83		
2005.1	8.61	8.63	8.51	8.72	8.71	8.38	8.26	8.79	8.05	8.20	8.26	8.21	8.41	8.51	8.20	8.20	8.36	8.53	8.32	8.40	8.03	8.64	8.52	8.32	9.07	9.02	9.33	9.17	9.28	9.28		
2005.2	9.01	8.55	9.01	8.97	9.19	9.08	9.05	9.07	8.85	8.79	9.59	9.60	9.12	9.09	9.06	9.04	8.81	8.90	8.66	8.68	8.97	9.01	9.25	9.23	9.68	9.59	9.70	9.69	10.53	10.47		
2005.3	9.21	9.03	9.21	9.18	9.07	8.97	9.11	8.96	9.83	8.87	9.24	9.41	9.02	8.96	8.86	9.11	9.03	8.92	8.87	8.96	8.75	9.10	9.18	9.26	9.58	9.43	9.63	9.72	9.63	9.72		
2005.4	7.81	7.66	7.89	7.85	7.88	8.55	8.00	8.35	7.99	8.10	8.07	7.94	8.16	8.03	9.24	9.25	7.98	8.24	8.12	8.63	8.35	8.29	8.35	8.65	9.34	9.71	9.38	9.36	9.35	9.44		
2005.5	6.50	6.30	6.20	5.70	6.10	6.10	6.10	5.70	6.20	6.20	6.30	6.20	6.50	5.90	6.30	5.80	6.30	5.80	6.40	5.80	6.30	5.90	7.20	6.60	7.60	6.80	7.80	6.80	7.70	6.80		
2005.6	6.25	6.12	6.61	6.66	6.23	6.06	6.61	6.13																								

Station	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		
Salinity	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	
2002.1	32.8	32.8	32.6	32.7	32.9	32.9	32.9	32.8	32.8	33.0	33.0	32.8	32.9	32.7	32.8	32.8	32.8	32.8	32.9	32.8	32.9	32.8	32.9	33.0	32.9	33.0	33.0	32.9	33.1		
2002.2	32.3	32.5	32.7	32.7	32.8	32.7	32.6	32.7	32.3	32.5	32.6	32.3	32.7	32.9	32.5	32.4	32.2	32.4	32.7	32.4	32.6	32.5	32.7	32.6	32.6	33.2	33.1	32.7	32.9	33.2	33.0
2002.3	32.3	32.7	32.6	32.7	32.5	32.8	32.6	32.8	32.5	32.9	32.1	32.7	32.6	33.1	32.5	32.6	32.4	32.7	32.4	32.6	32.5	32.7	32.6	32.8	33.0	33.1	32.6	33.2	33.0	33.1	
2002.4	32.5	32.6	32.6	32.8	32.5	32.9	32.6	32.7	32.6	32.7	32.5	32.4	32.5	32.9	32.5	32.8	32.2	32.7	32.5	32.8	32.6	32.4	31.7	32.6	32.7	33.4	33.3	33.4	33.2	33.4	
2002.5	31.4	31.6	31.2	31.5	31.4	31.8	31.2	31.9	31.3	31.7	31.5	32.0	31.5	32.0	31.7	32.1	31.4	31.6	31.6	32.0	31.1	32.0	32.2	32.2	32.2	32.2	32.3	32.2	32.2	32.3	
2002.6	28.8	30.0	30.6	31.0	30.8	31.0	30.9	31.0	30.9	31.2	30.8	31.3	30.7	31.1	30.7	31.1	30.5	30.9	30.6	31.2	30.6	31.3	29.9	30.4	30.5	31.3	31.2	31.3	31.2	31.3	
2002.7	29.9	29.6	31.3	31.0	31.0	31.2	30.4	30.3	30.6	31.0	30.2	31.0	30.7	30.6	30.3	31.0	30.7	30.6	30.8	31.0	31.3	31.2	30.4	31.0	31.7	31.3	31.6	31.1	31.0	31.6	
2002.8	28.8	30.0	30.6	31.0	30.8	31.0	30.9	31.0	30.9	31.2	30.8	31.3	30.7	31.1	31.0	31.1	30.5	30.0	30.6	31.2	30.6	31.3	29.9	30.4	30.5	31.3	31.2	31.3	31.2	31.3	
2002.9	29.9	30.2	30.4	30.4	30.7	31.0	30.8	30.9	30.0	30.7	29.1	30.4	29.9	30.3	29.4	29.9	29.4	30.8	30.1	30.6	29.9	30.5	28.9	30.8	30.1	31.0	31.0	31.3	30.8	31.3	
2002.10	30.1	30.7	30.9	31.0	31.1	31.1	31.1	31.1	30.9	31.2	29.7	31.2	30.9	30.7	29.7	30.0	29.9	31.3	31.0	30.5	29.1	30.4	28.3	31.2	31.3	31.5	31.7	31.8	31.8	31.8	
2002.11	31.2	31.0	30.7	31.1	30.9	31.0	31.3	31.6	31.1	31.1	31.0	31.2	31.1	31.4	31.1	32.0	31.1	31.2	30.9	31.0	31.1	31.8	32.1	32.0	32.2	31.8	32.6	32.5	32.3	32.0	
2002.12	30.9	31.4	30.9	31.0	31.0	31.5	31.0	31.7	31.2	31.6	30.8	31.5	30.9	31.9	30.5	32.1	30.8	31.6	31.3	32.2	31.3	32.0	31.4	31.8	31.2	32.0	32.4	32.4	32.0	32.2	
2003.1	32.4	32.5	32.0	32.3	32.7	32.4	32.3	32.0	32.1	32.7	32.7	32.4	31.8	31.9	31.5	31.9	32.0	31.8	32.0	32.4	31.9	32.0	32.1	32.2	32.0	32.1	32.4	32.6	32.2	32.5	
2003.2	31.8	32.1	32.2	32.0	32.2	32.0	31.7	32.1	31.8	32.1	31.6	31.1	32.0	32.4	31.6	32.2	31.0	32.0	31.8	32.1	32.1	32.0	31.8	32.0	32.6	32.4	31.7	32.3	32.5	32.4	
2003.3	32.0	32.3	32.0	32.3	31.9	32.2	32.1	32.5	32.0	32.4	31.5	32.6	31.9	32.6	31.5	32.5	31.4	32.1	31.6	32.6	31.6	32.6	30.5	32.2	32.3	32.6	31.0	32.6	32.3	32.7	
2003.4	31.8	31.9	32.2	32.1	32.0	32.1	32.0	31.8	31.9	32.2	32.5	32.7	32.4	32.7	32.3	32.6	32.0	32.2	31.7	32.4	32.0	32.2	32.7	32.5	32.6	32.7	32.7	32.5	32.4	32.6	
2003.5	31.2	31.5	32.0	31.4	30.9	31.5	32.0	31.8	32.1	31.8	31.3	31.7	32.0	32.4	31.4	31.5	31.7	32.1	32.1	32.4	32.0	32.6	32.5	32.6	32.7	32.8	32.5	32.5	32.4	32.7	
2003.6	30.8	31.4	31.8	32.2	31.2	32.4	31.9	32.2	31.8	32.3	31.6	32.5	32.0	32.7	32.0	32.4	31.5	32.2	32.3	32.5	32.2	32.5	32.3	32.6	32.7	32.0	32.6	32.6	32.5	32.6	
2003.7	31.4	31.8	31.3	31.7	31.7	31.8	31.9	31.9	31.7	31.8	31.2	31.9	31.1	32.1	31.7	31.8	30.8	31.9	31.4	32.3	30.9	32.3	30.2	31.9	31.4	31.9	31.9	31.7	32.0	31.7	
2003.8	32.1	32.2	32.0	32.3	32.7	32.6	32.4	32.0	32.4	32.0	32.6	32.5	32.5	32.4	32.4	32.6	32.4	32.3	32.1	32.0	32.6	32.3	32.4	32.3	32.2	32.4	32.3	32.2	32.3	32.4	
2003.9	31.2	31.3	32.1	32.0	31.8	32.1	32.2	32.1	32.3	32.1	32.4	32.1	32.2	32.3	32.1	32.5	32.0	32.0	32.2	32.4	32.1	32.0	32.3	32.4	32.7	32.9	33.0	33.0	32.8	32.9	
2003.10	30.8	31.4	31.8	32.2	31.2	32.4	31.9	32.2	31.8	32.3	31.6	32.5	32.0	32.7	32.0	32.4	31.5	32.2	32.3	32.5	32.2	32.5	32.3	32.5	32.6	32.7	32.6	32.7	32.5	32.7	
2003.11	32.1	32.0	32.8	32.8	33.0	32.9	32.7	32.9	33.0	32.6	32.4	32.6	32.4	32.9	32.7	32.7	32.9	32.9	33.0	32.8	33.0	33.0	32.5	33.0	32.8	33.0	32.7	33.0	33.0	32.9	
2003.12	31.7	31.9	33.0	32.9	33.1	33.0	33.0	33.0	32.9	32.9	33.1	33.1	33.1	33.1	33.0	33.0	33.0	33.1	32.9	33.0	33.2	33.1	32.6	32.9	33.4	33.6	33.9	33.9	32.8	33.0	
2004.1	32.5	32.5	32.6	32.6	32.8	32.8	33.0	33.0	33.1	33.0	33.1	33.1	33.3	33.3	33.2	33.1	33.1	33.2	33.1	33.0	33.2	33.3	33.1	33.2	33.3	33.2	33.1	33.0	33.2	33.2	
2004.2	32.3	32.5	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.1	33.5	33.4	33.4	33.3	33.4	33.0	33.0	33.3	33.3	33.3	33.3	33.4	33.0	33.5	33.5	33.6	33.5	33.2	33.3	33.8	33.5	
2004.3	32.5	33.3	33.1	33.4	32.2	33.4	33.3	33.3	33.2	33.4	32.5	33.0	32.8	33.4	33.0	32.8	33.1	33.2	32.6	32.2	32.9	32.5	33.0	33.4	33.5	33.6	33.6	33.7	33.5	33.4	
2004.4	31.8	31.8	31.9	32.0	31.9	32.1	31.8	31.9	31.8	31.9	31.4	31.5	31.6	31.8	31.3	31.5	31.2	31.5	31.8	31.7	31.7	30.8	29.1	31.0	30.9	32.9	32.8	33.1	32.9	33.1	
2004.5	31.4	31.2	31.2	30.8	30.3	31.2	31.8	32.0	31.3	31.3	31.8	32.0	31.5	31.4	31.5	31.6	32.0	32.1	31.8	31.4	31.9	31.5	31.7	31.8	32.0	32.3	32.2	32.1	32.7	32.8	
2004.6	31.8	31.7	31.7	31.8	32.2	32.3	32.0	32.2	32.1	32.3	31.1	31.2	31.3	31.4	31.2	31.1	32.1	32.0	32.2	32.4	32.3	32.5	33.2	33.1	33.1	33.2	33.1	33.1	33.0	33.2	
2004.7	31.5	31.6	31.5	31.7	31.8	32.0	31.8	32.1	32.1	32.0	32.0	32.2	32.1	32.3	32.4	32.5	32.3	32.5	32.1	32.2	32.1	32.2	33.1	33.2	33.3	33.1	33.1	33.0	33.1	33.2	
2004.8	31.8	32.0	32.0	32.1	32.1	32.3	32.1	32.1	32.1	32.1	32.1	32.3	32.3	32.5	32.5	32.6	32.4	32.6	32.4	32.6	32.3	32.4	32.7	32.7	33.3	33.2	33.1	33.1	32.2	33.2	
2004.9	32.1	32.3	32.5	32.4	32.4	32.6	32.4	32.5	32.1	32.2	32.2	32.3	32.5	32.7	32.6	32.7	32.5	32.6	32.6	32.9	32.5	32.6	32.3	32.2	33.2	33.2	33.1	33.2	31.2	33.2	
2004.10	32.5	32.4	32.5	32.5	32.4	32.5	32.4	32.4	33.0	32.8	32.5	33.0	33.0	33.1	32.9	33.0	32.8	32.9	32.8	33.0	33.0	33.1	32.5	32.6	33.0	33.1	33.1	33.1	31.1	33.1	
2004.11	32.8	32.8	32.6	32.8	32.8	32.8	32.8	32.9	32.8	32.8	32.1	32.8	32.8	32.9	32.6	32.8	32.7	32.8	32.5	32.9	32.6	32.6	31.1	31.2	33.1	33.2	33.1	33.2	31.0	33.1	
2004.12	32.9	33.0	33.0	33.1	33.1	33.1	33.0	33.1	33.0	33.0	33.1	33.1	32.9	32.9	32.9	33.0	32.9	32.0	33.0	33.1	33.1	33.1	33.0	33.2	33.1	33.2	33.1	33.2	33.2	33.2	
2005.1	33.4	33.4	33.3	33.3	33.3	33.4	33.3	33.4	33.2	33.3	33.3	33.4	33.3	33.4	33.3	33.4	33.3	33.4	33.3	33.4	33.2	33.5	33.2	33.3	33.6	33.5	33.6	33.5	33.4	33.5	
2005.2	32.8	32.8	32.5	32.7	32.8	32.7	32.8	32.7	32.1	31.8	32.8	32.5	32.9	32.9	32.8	31.9	32.2	31.9	32.9	31.8	32.8	32.7	32.5	32.4	33.3	33.5	33.3	33.2	33.3	33.2	
2005.3	32.5	32.5	32.6	32.3	32.9	32.9	32.5	32.7	32.3	32.8	32.4	32.6	33.0	33.2	33.0	32.5	32.6	32.8	32.9	33.0	33.0	33.1	32.6	33.2	33.1	33.3	33.3	33.3	33.2	33.3	
2005.4	33.8	34.2	33.7	34.3	33.7	34.5	34.1	34.5	34.0	33.9	33.6	33.1	33.6	34.2	33.9	34.4	33.5	34.3	34.1	34.4	34.0	34.3	33.3	34.3	34.6	34.7	34.5	34.5	34.3	34.4	
2005.5	32.5	32.7	32.4	32.8	32.8	32.7	32.7	32.7	32.7	32.8	32.4	32.7	32.7	33.0	32.4	32.5	32.7	33.0	32.4	32.5	32.1	32.5	32.2	33.0	32.8	33.1	32.9	33.1	33.2	33.3	33.3
2005.6	32.4	32.5	32.5	32.3	32.6	32.5	32.7	32.3	32.5	32.5	32.5	32.4																			

Station	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		
	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	
2002.1	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	
2002.2	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9	8.0	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.0	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1
2002.3	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.1	8.2	8.1	8.2	8.2
2002.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.7	7.6	7.7	7.8	7.7	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	8.0	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9
2002.5	7.61	7.70	7.72	7.74	7.73	7.74	7.78	7.75	7.75	7.77	7.80	7.82	7.80	7.81	7.81	7.88	7.75	7.81	7.79	7.85	7.84	7.90	7.88	7.90	8.00	8.01	7.99	8.03	8.02	8.07	
2002.6	7.45	7.31	7.57	7.56	7.66	7.60	7.69	7.69	7.73	7.71	7.73	7.76	7.74	7.75	7.77	7.46	7.66	7.71	7.97	7.77	7.69	7.80	7.84	7.82	7.93	7.94	7.97	7.98	7.95	7.99	
2002.7	7.69	7.60	7.61	7.63	7.68	7.69	7.70	7.64	7.60	7.63	7.68	7.66	7.61	7.68	7.69	7.63	7.64	7.66	7.70	7.71	7.71	7.72	7.80	7.83	7.84	7.80	7.83	7.84	7.85	7.84	
2002.8	7.45	7.31	7.57	7.56	7.66	7.64	7.69	7.69	7.73	7.71	7.73	7.76	7.74	7.75	7.77	7.76	7.66	7.71	7.79	7.77	7.69	7.80	7.84	7.82	7.26	8.03	7.97	7.64	7.81	7.99	
2002.9	7.38	7.34	7.50	7.53	7.62	7.61	7.58	7.57	7.69	7.64	7.63	7.61	7.65	7.61	7.68	7.66	7.63	7.61	7.71	7.76	7.64	7.68	7.87	7.88	7.81	7.91	7.99	8.05	8.03	8.06	
2002.10	7.52	7.60	7.76	7.78	7.81	7.80	7.83	8.82	7.82	7.81	7.82	7.78	7.89	7.88	7.85	7.84	7.80	7.78	7.88	7.87	7.69	7.66	7.93	7.80	7.94	7.98	7.98	7.37	8.05	8.02	
2002.11	7.73	7.74	7.79	7.80	7.76	7.78	7.84	7.85	7.81	7.79	7.80	7.82	7.77	7.79	7.87	7.81	7.80	7.82	7.86	7.87	7.81	7.83	7.98	8.03	8.04	8.10	8.08	8.05	8.10	8.07	
2002.12	7.57	7.74	7.84	7.82	7.88	7.86	7.89	7.87	7.88	7.89	7.86	7.87	7.87	7.91	7.89	7.90	7.88	7.89	7.90	7.89	7.88	7.89	7.93	7.94	7.99	8.01	7.99	8.00	8.11	8.03	
2003.1	7.76	7.80	7.92	7.95	7.91	7.90	7.96	8.01	8.06	8.04	7.99	7.96	7.94	7.93	7.94	7.93	7.95	7.98	7.96	7.93	8.01	8.03	8.06	8.04	8.01	8.03	8.06	8.05	8.09	8.05	
2003.2	8.14	8.12	8.18	8.12	8.10	8.11	8.03	8.01	8.04	8.03	8.12	8.11	8.03	8.05	8.32	8.28	8.11	8.10	8.11	8.07	8.06	8.07	8.04	8.01	8.02	7.98	7.97	8.01	7.99	8.02	
2003.3	8.25	8.25	8.30	8.33	8.30	8.27	8.34	8.34	8.37	8.30	8.31	8.40	8.42	8.45	8.45	8.47	8.44	8.41	8.43	8.42	8.44	8.46	8.52	8.42	8.54	8.52	8.54	8.54	8.55	8.55	
2003.4	7.93	7.90	7.82	7.85	7.93	7.88	7.83	7.87	7.83	7.88	7.78	7.83	7.95	7.92	7.93	7.87	7.92	7.90	7.93	7.95	8.12	8.10	8.11	8.10	8.13	8.14	8.21	8.18	8.16	8.17	
2003.5	7.42	7.48	7.46	7.39	7.51	7.45	7.48	7.63	7.54	7.75	7.49	7.48	7.51	7.50	7.60	7.58	7.69	7.70	7.73	7.75	7.77	7.75	7.93	7.94	7.90	7.98	8.03	8.01	8.06	8.10	
2003.6	6.98	7.13	7.05	6.96	7.24	6.95	7.15	7.35	7.43	7.28	7.53	7.52	7.53	7.59	7.53	7.62	7.59	7.59	7.70	7.75	7.66	7.73	7.79	7.82	7.94	7.97	7.99	7.95	7.96	7.96	
2003.7	7.61	7.60	7.62	7.55	7.60	7.44	7.56	7.72	7.55	7.56	7.60	7.37	7.51	7.93	7.55	7.78	7.55	7.42	7.97	8.05	7.42	7.76	8.10	8.10	8.18	8.26	8.26	8.15	8.25	8.26	
2003.8	7.53	7.50	7.56	7.54	7.55	7.50	7.66	7.53	7.49	7.56	7.61	7.49	7.53	7.60	7.48	7.59	7.78	7.36	7.49	7.93	7.58	7.87	7.96	8.04	7.96	7.93	8.03	7.96	8.03	8.11	
2003.9	7.42	7.43	7.41	7.38	7.41	7.20	7.38	7.27	7.26	7.37	7.43	7.39	7.43	7.60	7.69	7.72	7.73	7.69	7.75	7.80	7.77	7.70	7.81	7.75	7.81	7.79	8.06	7.98	8.01	8.03	
2003.10	7.28	7.23	7.25	7.18	7.24	6.95	7.15	7.35	7.13	7.28	7.53	7.52	7.53	7.59	7.53	7.62	7.59	7.59	7.70	7.75	7.66	7.73	7.79	7.82	7.94	7.97	7.99	8.02	7.96	7.99	
2003.11	7.36	7.33	7.35	7.33	7.45	7.39	7.26	7.30	7.38	7.33	7.47	7.40	7.35	7.48	7.49	7.40	7.41	7.52	7.63	7.60	7.59	7.63	7.79	7.73	7.84	7.85	7.80	7.73	7.85	7.79	
2003.12	7.53	7.52	7.58	7.60	7.57	7.56	7.54	7.56	7.57	7.55	7.53	7.54	7.53	7.57	7.53	7.57	7.54	7.53	7.59	7.60	7.61	7.62	7.58	7.57	7.56	7.57	7.54	7.55	7.56	7.54	
2004.1	7.96	7.98	7.96	7.89	7.93	7.95	7.96	7.95	7.95	7.96	7.98	7.96	7.93	7.96	7.96	7.95	7.93	7.95	8.03	8.06	8.07	8.05	8.11	8.10	8.10	8.07	8.13	8.11	8.12	8.10	
2004.2	7.83	7.85	7.99	7.95	8.00	7.96	8.03	7.82	8.03	8.02	8.06	8.06	8.06	8.05	8.04	8.02	8.11	8.06	8.06	8.11	8.12	8.04	8.08	8.03	8.06	8.03	8.04	8.01	8.04	8.02	
2004.3	7.51	7.53	7.44	7.48	7.53	7.56	7.63	7.60	7.71	7.70	7.63	7.69	7.71	7.68	7.68	7.63	7.68	7.63	7.74	7.75	7.82	7.80	7.83	7.79	7.86	7.84	7.85	7.83	7.88	7.86	
2004.4	7.85	7.83	7.82	7.80	7.83	7.82	7.80	7.96	7.86	7.76	7.59	7.63	7.65	7.66	7.62	7.60	7.76	7.77	7.75	7.74	7.70	7.68	7.74	7.70	7.84	7.81	7.80	7.83	7.86	7.86	
2004.5	7.95	7.90	8.02	8.01	7.96	7.97	7.89	7.96	7.91	7.93	7.46	7.49	7.56	7.60	7.77	7.74	7.75	7.75	7.78	7.80	7.73	7.74	7.71	7.72	7.95	7.90	7.96	7.94	7.94	7.95	
2004.6	7.73	7.71	7.85	7.92	7.74	7.75	7.68	7.67	7.74	7.73	7.56	7.54	7.63	7.62	7.69	7.63	7.65	7.60	7.63	7.60	7.66	7.65	7.72	7.74	7.69	7.70	7.74	7.72	7.71	7.70	
2004.7	7.68	7.65	7.62	7.68	7.64	7.60	7.62	7.61	7.69	7.63	7.65	7.60	7.58	7.64	7.64	7.60	7.57	7.62	7.69	7.62	7.64	7.60	7.68	7.65	7.62	7.65	7.65	7.61	7.69	7.63	
2004.8	7.76	7.75	7.74	7.77	7.77	7.73	7.78	7.76	7.78	7.70	7.75	7.70	7.66	7.67	7.60	7.60	7.61	7.62	7.66	7.64	7.71	7.67	7.72	7.71	7.68	7.68	7.69	7.69	7.64	7.66	
2004.9	7.84	7.85	7.86	7.85	7.90	7.86	7.93	7.90	7.86	7.76	7.84	7.80	7.73	7.70	7.56	7.60	7.65	7.61	7.63	7.65	7.78	7.74	7.75	7.76	7.74	7.70	7.72	7.77	7.59	7.69	
2004.10	7.86	7.84	7.96	7.98	8.00	7.96	7.96	7.98	7.95	7.94	7.86	7.89	7.83	7.84	7.67	7.62	7.65	7.71	7.70	7.72	7.84	7.80	7.76	7.75	7.60	7.65	7.68	7.70	7.74	7.70	
2004.11	7.92	7.90	8.01	8.00	8.02	8.03	8.01	8.02	7.92	7.98	7.92	7.93	7.81	7.86	7.69	7.73	7.71	7.73	7.77	7.75	7.87	7.83	7.73	7.71	7.58	7.80	7.70	7.80	7.18	7.62	
2004.12	7.78	7.76	7.79	7.75	7.80	7.82	7.79	7.80	7.75	7.76	7.79	7.78	7.80	7.82	7.81	7.82	7.84	7.80	7.76	7.77	7.73	7.75	7.70	7.72	7.73	7.72	7.72	7.68	7.70	7.68	
2005.1	7.72	7.70	7.73	7.73	7.80	7.74	7.79	7.76	7.79	7.75	7.79	7.76	7.79	7.77	7.80	7.77	7.80	7.78	7.80	7.78	7.81	7.79	7.81	7.79	7.83	7.81	7.85	7.84	7.88	7.86	
2005.2	7.88	7.89	7.93	7.95	7.96	7.98	7.99	7.98	7.96	7.99	8.01	8.01	7.98	8.02	8.02	8.04	7.99	7.98	8.02	8.00	8.02	8.07	8.03	8.08	8.08	8.10	8.06	8.11	8.07	8.12	
2005.3	7.68	7.65	7.70	7.72	7.69	7.71	7.86	7.89	7.93	7.86	7.93	7.95	7.94	7.86	7.93	7.95	8.03	8.02	7.93	7.96	7.99	7.96	7.94	8.06	8.12	8.08	8.10	8.07	8.11	8.10	
2005.4	7.27	7.30	7.41	7.40	7.46	7.42	7.53	7.52	7.62	7.60	7.54	7.58	7.69	7.65	7.74	7.70	7.68	7.63	7.75	7.70	7.76	7.72	7.78	7.76	7.88	7.80	7.90	7.86	7.84	7.80	
2005.5	7.54	7.62	7.61	7.56	7.65	7.61	7.73	7.68	7.74	7.65	7.75	7.63	7.82	7.72	7.83	7.80	7.83	7.80	7.83	7.84	7.85	7.86	7.88	7.85	7.89	7.82	7.94	7.88	7.94	7.86	
2005.6	7.39	7.49	7.53	7.56	7.58	7.53	7.53	7.65	7.63	7.65	7.59	7.67	7.67	7.92	7.93	7.90	7.79	7.85	7.91	7.97	7.98	7.99									

Station	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15			
SS	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
2002.1	4.4	3.1	4.0	3.6	3.7	2.9	2.9	3.1	3.2	2.7	4.3	4.1	3.4	2.4	3.6	3.1	4.0	3.0	4.3	3.1	4.0	3.5	2.8	2.6	2.1	1.6	2.0	1.9	1.7	1.6		
2002.2	4.3	3.4	3.4	3.1	2.8	2.9	3.0	2.9	3.8	3.0	3.3	3.0	3.5	3.3	3.0	2.6	4.2	3.0	3.2	2.7	3.2	2.8	2.4	2.2	1.9	1.8	1.9	1.6	1.8	1.7		
2002.3	4.0	2.6	3.9	3.4	3.5	2.8	2.4	2.6	3.6	2.8	3.3	2.4	2.9	2.6	2.3	2.7	3.9	3.0	3.2	3.1	3.2	3.0	2.7	2.2	1.8	1.7	1.8	1.5	1.8	1.6		
2002.4	4.4	3.9	4.8	3.9	3.7	3.3	3.3	2.8	4.3	3.3	4.6	3.2	4.1	3.7	3.3	3.3	4.3	4.1	3.6	4.6	4.2	4.3	3.1	2.1	2.2	1.6	2.1	2.1	2.1	1.3		
2002.5	6.8	4.9	5.3	3.5	4.9	4.2	5.9	4.3	6.1	4.9	5.2	4.9	6.0	4.6	5.2	5.5	4.8	4.6	4.8	3.8	4.7	3.9	3.3	2.8	3.7	2.9	3.1	2.2	2.4	1.8		
2002.6	8.0	6.0	6.5	5.5	7.5	6.0	8.9	3.5	7.4	5.6	6.7	6.9	8.9	9.5	8.2	6.3	7.0	4.2	6.4	5.1	5.7	3.6	2.3	2.1	4.7	2.7	3.3	2.3	2.7	2.3		
2002.7	6.3	7.1	8.2	7.6	5.3	4.9	3.3	3.7	4.8	4.0	3.7	4.3	4.6	3.4	3.2	3.8	4.8	5.1	5.5	4.3	5.7	3.7	2.9	2.5	2.1	1.8	2.2	1.4	1.8	2.3		
2002.8	8.7	6.9	10.1	7.9	10.2	6.4	2.8	2.1	2.4	3.7	2.9	3.9	4.3	2.5	3.4	4.3	5.5	5.0	4.7	3.8	6.8	4.8	3.3	2.5	1.5	2.1	3.2	1.8	2.1	2.2		
2002.9	9.2	7.9	9.8	11.0	10.8	7.8	7.4	8.9	7.7	7.3	9.9	8.4	7.1	6.3	6.7	6.9	9.6	9.3	6.7	5.8	7.4	7.3	4.8	4.4	3.9	3.3	3.8	2.7	3.6	3.0		
2002.10	6.5	5.5	7.4	4.8	5.0	4.3	6.0	5.3	6.4	4.3	5.5	6.4	4.7	3.6	7.6	5.9	6.8	5.5	5.5	4.6	4.7	4.2	3.1	2.0	2.1	1.8	2.3	1.6	1.7	1.0		
2002.11	5.8	6.0	7.1	6.0	4.7	5.0	5.9	6.0	6.3	5.2	6.0	5.4	5.5	4.3	5.7	4.8	6.1	4.8	4.2	5.0	3.9	3.4	2.8	2.2	2.6	1.2	2.2	1.4	2.0	1.4		
2002.12	7.6	4.8	8.8	5.7	5.0	4.3	4.7	3.9	5.1	3.7	5.2	4.8	5.3	3.3	3.3	3.2	4.1	2.8	3.7	3.3	3.1	2.3	3.4	3.0	2.2	2.0	2.4	1.8	2.2	1.7		
2003.1	4.9	3.1	3.7	2.9	4.1	2.1	3.1	2.5	3.7	2.7	3.4	2.7	3.3	2.0	3.4	2.7	4.4	2.4	3.4	2.7	3.3	3.1	3.0	2.1	1.7	1.4	1.5	1.3	1.0	1.1		
2003.2	6.1	3.8	4.9	4.1	3.8	3.6	4.1	3.8	4.8	2.9	4.1	3.1	4.2	3.7	3.5	2.9	5.4	2.7	4.1	2.8	3.7	2.8	2.7	2.1	1.8	1.0	1.6	1.0	1.4	1.1		
2003.3	5.3	2.9	6.3	4.8	6.1	2.8	3.2	4.1	4.8	3.1	4.3	2.9	4.3	2.8	2.6	3.1	5.1	3.3	4.4	3.8	4.1	3.9	3.8	2.6	2.1	1.6	1.8	1.2	2.3	1.5		
2003.4	5.5	4.3	6.2	5.9	4.8	3.9	4.3	3.9	4.6	4.1	5.2	3.3	5.1	4.2	3.9	4.1	4.7	4.0	4.7	4.6	4.5	4.3	2.4	1.6	1.8	1.5	2.0	1.8	2.5	1.3		
2003.5	7.1	6.3	6.7	5.8	5.3	5.3	4.9	5.3	6.1	5.2	5.8	5.4	5.6	5.0	5.5	4.9	5.7	6.3	5.1	3.9	4.2	4.7	3.6	3.4	2.1	1.0	1.7	1.8	1.9	1.2		
2003.6	6.9	5.9	8.3	7.4	6.9	5.3	7.9	6.6	7.1	6.3	5.8	5.4	5.6	5.0	5.5	4.9	5.7	6.3	5.1	3.9	4.2	4.7	3.6	3.4	2.1	1.0	1.7	1.8	1.9	1.2		
2003.7	7.6	7.5	7.9	8.0	9.5	7.6	8.4	9.3	8.4	7.9	7.6	7.3	6.7	4.7	5.9	6.3	6.5	6.2	4.3	4.7	4.7	4.3	4.3	6.7	3.7	1.2	2.3	1.6	1.7	1.9		
2003.8	6.2	5.6	7.0	6.2	6.9	6.6	7.2	5.7	8.0	7.0	7.8	6.3	6.6	5.2	5.5	5.0	6.1	4.3	4.9	3.5	4.6	2.9	3.8	4.3	1.5	1.3	1.9	1.1	1.8	1.6		
2003.9	6.1	4.9	6.0	5.5	5.8	4.6	5.0	5.9	4.9	4.8	6.3	5.3	5.0	5.7	6.7	6.3	5.2	4.1	3.9	4.0	4.3	4.4	3.9	3.9	2.2	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5		
2003.10	6.1	5.3	6.0	4.3	5.4	3.8	5.1	4.6	5.3	4.1	5.1	5.3	4.9	3.7	6.3	5.6	5.1	4.8	4.7	3.9	5.1	3.5	5.0	4.3	2.2	2.1	2.4	1.0	2.6	1.1		
2003.11	4.8	4.6	5.2	5.0	4.2	6.3	5.0	4.7	5.1	3.6	5.0	5.8	5.6	4.7	5.2	3.6	4.3	4.0	4.9	4.9	4.2	3.8	4.4	2.0	2.1	1.1	2.2	2.3	2.1	2.0		
2003.12	5.6	6.3	5.8	5.7	6.3	6.8	6.4	6.6	6.9	6.8	6.2	6.3	5.8	5.3	5.5	4.7	4.5	4.6	5.1	5.3	5.0	4.9	4.8	4.3	2.5	2.1	2.2	2.5	2.5	2.3		
2004.1	5.2	4.3	4.2	4.8	4.7	4.5	3.9	5.7	4.6	4.4	4.5	5.5	5.6	4.3	3.3	3.5	4.7	4.6	5.5	4.6	3.7	3.3	3.3	3.7	2.6	2.3	2.4	2.4	2.0	1.8		
2004.2	4.3	3.5	4.0	4.0	2.8	3.7	2.8	3.4	4.3	3.7	3.6	4.1	3.5	4.1	3.0	3.1	4.8	4.0	3.6	4.2	3.6	3.0	2.3	2.2	1.8	2.0	2.0	1.8	2.1	2.0		
2004.3	4.0	2.6	3.8	3.9	3.0	3.5	2.4	2.2	4.0	3.5	3.5	3.0	2.1	3.1	2.7	3.0	4.4	3.6	3.2	4.0	3.4	2.7	2.1	2.0	1.6	1.8	1.8	1.6	2.0	1.7		
2004.4	3.8	3.0	3.6	3.2	2.8	3.0	2.6	2.1	3.7	3.4	3.6	3.2	2.1	2.4	2.6	2.7	3.6	3.2	3.0	3.6	3.2	3.0	2.4	1.8	1.8	1.9	1.9	1.6	1.7	1.6		
2004.5	5.9	5.7	6.1	4.8	5.7	5.0	3.3	4.0	4.8	4.7	4.8	5.6	4.6	3.0	4.4	6.3	6.0	6.3	5.7	5.6	5.4	5.8	3.6	2.4	1.6	1.0	2.0	1.8	2.0	1.8		
2004.6	4.2	3.8	2.9	3.0	3.2	3.0	4.3	4.0	3.6	3.2	6.9	5.8	5.3	5.0	5.5	4.8	5.8	6.0	5.2	4.8	3.6	3.0	4.2	4.0	2.4	1.8	2.6	2.0	1.6	1.8		
2004.7	5.3	4.6	4.2	3.8	3.7	3.3	2.9	3.0	4.2	3.6	6.3	4.3	4.0	4.2	3.8	4.2	4.0	4.6	4.6	3.4	3.8	3.0	3.2	2.2	2.6	2.0	2.0	1.4	2.0	1.0		
2004.8	4.7	4.1	4.9	4.2	3.7	3.2	2.9	2.6	4.2	4.0	6.3	4.5	4.4	4.1	4.1	4.1	4.8	3.9	3.8	3.5	3.8	3.0	3.4	2.6	2.7	1.7	1.9	1.5	2.0	1.5		
2004.9	4.1	3.6	5.5	4.6	3.7	3.0	2.8	2.1	4.2	4.3	6.3	4.6	4.8	4.0	4.3	4.0	5.6	3.2	3.0	3.6	3.8	3.0	3.6	3.0	2.8	1.4	1.8	1.6	2.0	2.0		
2004.10	4.2	4.0	5.2	4.3	3.5	3.0	4.2	4.0	2.5	2.8	2.3	2.0	3.4	3.2	3.6	3.6	2.4	2.8	4.2	4.6	5.7	4.6	2.2	2.0	3.4	1.8	2.0	2.1	2.7	2.2		
2004.11	4.0	4.2	5.0	4.5	3.0	2.8	3.9	3.8	2.0	2.5	2.0	1.8	3.0	3.5	3.0	3.4	2.0	2.5	4.0	4.4	5.2	4.1	2.0	1.8	3.0	1.6	2.4	1.8	2.5	2.2		
2004.12	3.8	4.5	5.5	5.0	2.8	2.6	2.5	2.1	2.3	2.0	2.4	2.0	3.3	3.2	3.5	4.0	2.5	2.3	4.4	4.2	4.8	3.6	2.3	2.0	2.8	1.4	2.0	1.6	2.0	1.6		
2005.1	3.0	2.0	4.0	3.0	2.4	2.0	1.7	1.0	1.2	1.0	5.0	4.0	1.4	1.0	4.0	3.0	3.0	2.0	4.0	2.0	5.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
2005.2	2.5	3.0	1.3	1.1	1.8	1.4	2.0	1.5	2.2	2.4	2.1	1.9	2.7	2.2	2.6	1.9	2.5	2.4	2.0	1.1	2.2	2.7	2.2	2.2	2.1	2.4	2.1	2.0	1.8	2.0		
2005.3	2.8	2.4	1.5	1.5	1.4	2.0	1.6	1.5	2.0	1.8	2.0	1.4	2.2	2.0	1.7	2.0	2.2	2.0	1.9	1.5	2.1	2.4	2.1	2.0	1.8	1.6	1.8	1.8	1.2	1.6		
2005.4	4.0	4.5	4.5	2.5	3.5	3.0	3.0	2.5	4.5	2.5	5.0	3.0	5.0	4.5	3.5	3.0	4.5	5.0	3.0	5.5	5.0	5.5	4.5	3.0	3.0	1.5	2.5	3.0	2.0	1.0		
2005.5	5.0	4.0	6.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	5.0	5.0	4.0	3.0	3.0	5.0	4.0	2.0	2.0	5.0	1.0	5.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0		
2005.6	4.0	5.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	1.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	4.0	3.0	5.0	4.0	1.0	3.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0		
2005.7	5.0	5.0	7.0	6.0	6.0	5.0	3.0	6.0	6.0	2.0	7.0	7.0	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	4.0	5.0	4.0	3.0	5.0	4.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0		
2005.8	5.5	5.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.0	5.0	6.0	5.5	7.0	5.5	6.0	5.5	5.5	4.5	4.0	3.0	5.0	5.5	4.0	5.0	3.5	3.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
2005.9	5.5	5.0	5.5	5.5	5.0	5.5	5.0	4.5	4.0	5.5	6.0	6.5	4.0	3.0	4.5	5.0	4.0	3.0	3.5	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0		
2005.10	5.0	5.5	5.0	5.0	6.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	6.0	6.0	4.0	5.0	5.5	4.0	4.5	4.0	4.0	4.5	3.5	2.5	3.5	2.5	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	1.0		
2005.11	4.8	5.3	5.0	5.5	5.3	4.5	4																									