

밀양강 중권역 오염부하 전망 및 삭감 시나리오별 하류 수질예측

유재정 · 윤영삼* · 신석호 · 권현각 · 윤종수 · 전영인 · 강두기¹⁾ · 갈병석¹⁾

국립환경과학원 낙동강물환경연구소, ¹⁾(주)웹스
(2010년 9월 16일 접수; 2011년 3월 9일 수정; 2011년 4월 7일 채택)

Water Quality Prediction and Forecast of Pollution Source in Milyanggang Mid-watershed each Reduction Scenario

Jae-Jeong Yu, Young-Sam Yoon*, Suk-Ho Shin, Hun-Gak Kwon, Jong-Su Yoon
Young-In Jeon, Doo-Kee Kang¹⁾, Byung-Seok Kal¹⁾

Nakdong River Water Environmental Research Center, National Institute of Environmental Research,
Goryeong 717-873, Korea

¹⁾Water & Environmental Management system Ltd., Pusan 612-020, Korea

(Manuscript received 16 September, 2010; revised 9 March, 2011; accepted 7 April, 2011)

Abstract

Milyanggang mid-watershed is located in downstream of Nakdong river basin. The pollutants from that watershed have an direct effect on Nakdong river water quality and it's control is important to manage a water quality of Nakdong river. A target year of Milyanggang mid-watershed water environment management plan is 2013. To predict a water quality at downstream of Milyang river, we have investigated and forecasted the pollutant source and it's loading. There are some plan to construction the sewage treatment plants to improve the water quality of Milyang river. Those are considered on predicting water quality. As results, it is shown that the population of Milyanggang mid-watershed is 131,857 and sewerage supply rate is 62.2% and the livestock is 1,775,300 in 2006. It is estimated that the population is 123,921, the sewerage supply rate is 75.5% in 2013. The generated loading of BOD and TP is 40,735 kg/day and 2,872 kg/day in 2006 and discharged loading is 11,818 kg/day and 722 kg/day in 2006 respectively. Discharged loadings were forecasted upward 1.0% of BOD and downward 2.7% of TP by 2013. The results of water quality prediction of Milyanggang 3 site were 1.6 mg/L of BOD and 0.120 mg/L of TP in 2013. It is over the target water quality at that site in 2015 about 6.7% and 20.0% respectively. Consequently, there need another counterplan to reduce the pollutants in that mid-watershed by 2015.

Key Words : Discharged loading, Generated loading, Mid-watershed, Water quality prediction

1. 서론

밀양강은 하천연장이 101.5 km이며 유역면적은

1,422 km²으로서 낙동강수계 전체의 6.0%에 해당한다. 밀양강은 물금취수장 상류 약 20 km 위치에서 낙동강에 유입되므로 낙동강 하류 수질에 직접적인 영향을 미치기 때문에 밀양강 유역 물환경관리는 매우 중요하다.

환경부에서는 효율적인 유역관리를 위해 2006년 9월에 법정 기본계획인 물환경관리 기본계획('06~

*Corresponding author : Young-Sam Yoon, Nakdong River Water Environmental Research Center, National Institute of Environmental Research, Goryeong 717-873, Korea
Phone: +82-54-950-9711
E-mail: ysyoon3sf@korea.kr

'15)을 수립하여 시행하고 있다(환경부, 2006). 물환경관리 기본계획은 국민 건강과 생태적 안정성을 최우선에 두는 정책과 대·중·단위구간별 참여형 유역관리 모델의 정착을 기본 이념으로 하고 있다. 이의 달성을 위해 물환경정책 목표와 기본방향을 제시하고 있으며 주요 정책으로서는 건강한 물환경 조성, 유해물질로부터 안전한 위해성 관리체계 강화, 호소·연안·하구지역의 물환경정책 강화, 수질오염총량제도의 본격 시행과 정착, 비점오염원과 축산분야의 정책적 비중 극대화, 물순환구조 개선 및 수요관리 강화, 환경기초시설 투자 합리화와 효율증진 등을 포함하고 있다. 이전의 수질개선 대책은 하천의 수질오염도 개선이 중심이었으나 물환경관리 기본계획에서는 생태의 건강성 회복과 위해성 관리가 최대 목표로 되어 있다. 하지만 물환경관리 기본계획에서도 유역의 오염부하량 삭감에 의한 하류의 목표수질 달성이 여전히 계획의 가장 중요한 부분을 차지하고 있다.

밀양강 중권역에는 청도군(48%), 밀양시(34%), 경주시(10%), 양산시(3%), 울산광역시(3%) 및 경상시(1%)가 위치하고 있으며 유역의 인구는 131,850명이 고 농업 및 축산업이 발달하고 있어 오염물질 발생이 높다. 총량관리 성과보고서에 의하면(환경부, '08) 밀양강이 낙동강의 오염부하에 미치는 비율은 생물화학적산소요구량(BOD) 및 총인(TP)이 각각 6.7% 및 4.5%로서 높은 편이다.

현재 유역의 기초처리시설을 보면 하수종말처리장이 4개소(시설용량은 39,100 m³/day), 소규모하수처리시설은 34개소(시설용량은 2,594 m³/day), 분뇨처리장 2개소(시설용량은 130 m³/day)가 있으며, 이 외에도 축산분뇨 처리시설 1개소(시설용량 100 m³/day) 폐수종말처리시설 3개소(시설용량 91,200 m³/day) 등이 운영 중에 있다(낙동강유역환경청, 2008). 중권역 대표지점인 밀양3(환경부, 2010)에 대한 대권역 계획의 2015년도 수질목표는 BOD 및 TP가 각각 1.5 mg/L 및 0.100 mg/L로 설정되어 있다. 그러나 지난 10년간 BOD와 TP의 평균농도는 각각 2.36 mg/L 및 0.100 mg/L 이었으며 2007년도의 년평균농도는 각각 1.67 mg/L 및 0.147 mg/L으로서 수질목표보다 높게

나타나고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 수질목표를 달성하기 위하여 중권역 계획에서는 축산폐수 및 비점오염원의 관리강화, 기초처리시설의 확충 및 처리효율 개선을 위한 노력 등을 통하여 오염부하 삭감을 위한 노력을 하고 있다.

본 논문에서는 밀양강중권역에 대해 BOD, TP 등의 오염원을 전망하고 이를 근거로 오염부하량의 변화를 전망하였다. 오염원 및 오염부하량 전망은 중권역 내의 소권역으로 나누어 실시하였으며, 소권역 내에서도 다시 생활계, 축산계, 산업계, 토지계, 기타로 나누어 실시하였다. 또한 밀양강중권역 물환경관리 계획 목표연도인 2013년까지 밀양강 하류의 수질을 예측하기 위하여 계획기간 중의 동 유역의 환경기초처리시설의 신·증설 계획을 반영하고 오염원 변화전망 등을 시나리오별로 모델링하여 밀양강 하류에 있어서 BOD 및 TP의 수질을 예측하여 밀양강중권역의 유역관리 정책에 도움이 되고자 하였다.

2. 자료 및 방법

2.1. 대상유역 현황

밀양강중권역은 밀양강유역 전체에 해당한다. 밀양강은 유역둘레가 253.8 km이고 유역폭은 14.3 km, 평균표고는 319.9 m 이다. 밀양강 본류에 대한 제1지류는 9개, 제2지류는 22개, 제3지류는 11개 하천이 있다. 제1지류 중에 동창천이 62.5 km로서 가장 길며 다음에는 단장천 43.3 km, 청도천 38.8 km 순이다. 토지피복 현황은 산림이 74.8%로서 가장 높고 다음은 농경지 22.7%, 시가화 면적은 1.1%이다. 밀양기상관측소의 연평균 기온은 13.5°C이며 평균강수량은 1,400.6 mm로서 비교적 높다. 1996년부터 2001년까지 평균 풍수량은 28.85 m³/s, 평수량은 12.95 m³/s, 저수량은 6.12 m³/s, 갈수량은 2.96 m³/s이다. 대상 권역의 구분은 환경부 고시 제 2006-171호 '수계 영향권별 환경관리지역 지정'을 참고하였으며, 중권역 내 소권역은 운문댐, 동창천, 청도천상류, 청도천하류, 밀양댐, 동천, 단장천, 밀양수위표(청도천하류~밀양수위표전), 밀양강(밀양수위표~밀양강하류) 등 9개로 이루어져 있다.

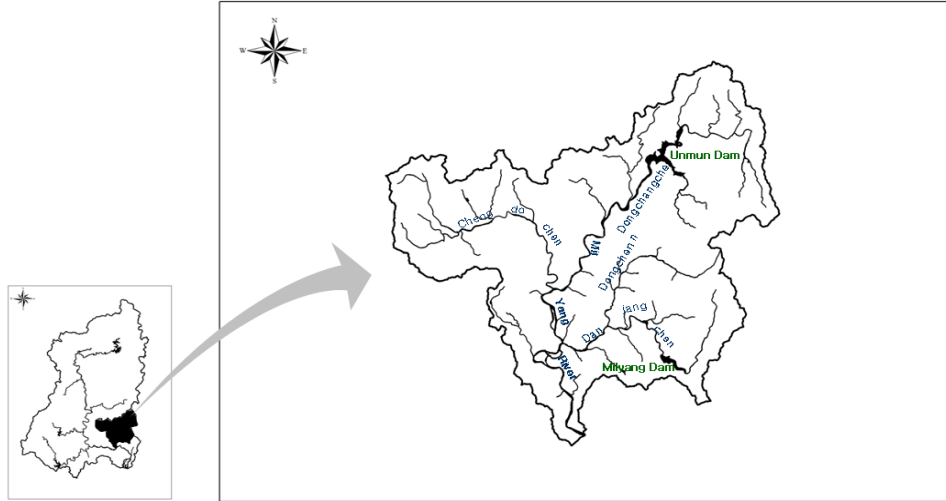


Fig. 1. Map of the Milyanggang mid-watershed.

2.2. 오염원 및 부하량 산정방법

오염원 및 부하량 산정은 “수계오염총량관리 기술 지침(환경부, 2007)”에 제시된 방법과 원단위를 적용하였다. 오염원은 자연증가량과 개발계획에 의한 증가를 고려하였다. 공간적인 예측단위는 동·리를 기본으로 하였으며 최근 5년 자료의 과거추이 분석에 근거하여 일반화된 수학적 예측식을 적용하였다. 본 연구에서 오염원은 소권역 중심으로 결과를 나타내었으며, 오염원의 분류는 생활계, 축산계, 산업계, 토지계, 기타 등으로 하였다. 발생부하량 산정시 실측자료가 없는 경우 기술지침에서 제시하는 발생원단위를 적용하였다. 자료는 수계오염총량관리 기술지침에 따라 수질정책 지원시스템에 수록된 과거의 오염원자료와 “2007전국 오염원 조사” 결과를 바탕으로 하였다.

2.3. 밀양강중권역의 오염원 삭감계획

밀양강중권역 1단계 물환경관리 계획기간 중에는 소규모하수처리장 26 개소의 신설이 계획되어 있다. 하수관거 정비계획은 가곡지구 등 3개 지구 65.6 km 가 계획되어 있다. 기타 청도하수처리장과 밀양축산 분뇨처리장 등에는 고도처리시설 확충이 계획되어 있다.

2.4. 수질 및 유량자료 수집

수질자료는 환경부 수질측정망 자료를 이용하였으며(물환경정보시스템, 2007) 조사주기는 월 1회이다. 유량자료는 낙동강물환경연구소에서 수질오염총량 관리를 위한 유량조사 결과를 이용하였으며 조사주기는 8일 간격이고 조사횟수는 연 42회이다.

2.5. 밀양강 하류의 수질예측

본 연구에서는 QUALKO2 모델을 이용하여 수질 예측을 수행하였다. QUALKO2 모델은 QUAL2E 모델에 WASP5 모델의 장점을 접목시켜 국내에서 개발한 것이며 실험실에서 측정하는 BOD₅나 유기성 질소 또는 유기성 인을 그대로 입력하여 계산되고 출력할 수 있다. 모형 구성은 운문댐을 최상류로 하고 낙동강 합류점의 밀양강 58 km를 본류구간으로 하였으며, 청도천 25 km 및 단장천 17 km의 지류는 독립적인 Reach로 구성하였다. 총 10개의 Reach와 100개의 element로 구성하였다. 소구간 요소(element) 하나의 크기는 0.2 km로 하였다.

2.6. 수질모델 시나리오 구성

① 시나리오0 : 밀양강중권역의 환경기초처리시설의 신·증설에 의한 삭감계획 미반영시 장래수질

② 시나리오2 : 밀양강중권역의 환경기초처리시설의 신·증설에 의한 삭감계획 반영시 장래수질

3. 결과 및 고찰

3.1. 밀양강하류 수질현황

밀양강하류의 수질측정지점인 밀양3의 1998년부터 2007년까지 10년간의 수질현황은 Fig. 2와 같다. 지난 10년 동안 BOD와 TP의 평균농도는 각각 1.5 mg/L 및 0.100 mg/L이었다. 계절별로 BOD는 4월에서 6월까지 높게 나타났으며 12월에서 1월 사이에 최소를 보였다. TP는 10월에 최소를 나타냈다가 점점 상승하여 이듬해 2월에 최고농도를 보이고 점점 낮아지고 있었다. 낙동강수질검사소에서 개발한 장기 수질변동 추세분석 시스템인 Ntrend 1.0(낙동강물환경

연구소, 2008)에 의한 10년간의 추세분석 결과 BOD와 TP 모두 감소추세에 있었으며(유의수준 0.05) 추세기울기는 BOD는 -0.06 mg/L/year, TP는 -0.004 mg/L/year 이었다. 2008년에 소권역별 수질조사 결과를 바탕으로 수질등급(BOD 기준)을 평가한 결과 매우좋음이 22.5%, 좋음이 77.5%로 좋은 물 등급이 100%로 나타났다.

3.2. 밀양강 중권역의 오염원 현황

밀양강중권역의 인구 및 축산 오염원의 현황은 Table 1 및 Table 2과 같다. 2006년 기준 밀양강중권역의 인구는 총 131,857명으로 나타났으며 밀양강 소권역의 인구가 57,813명으로 가장 많았다.

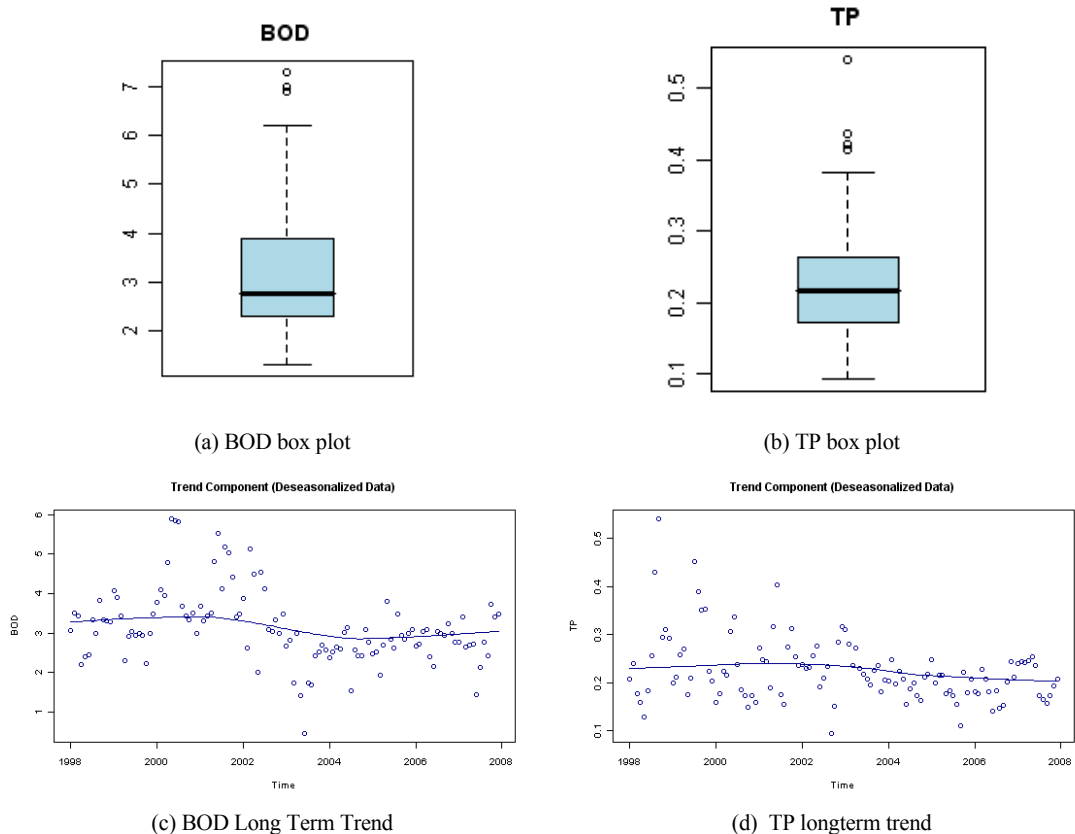


Fig. 2. Boxplot and longterm trend of BOD and TP in Milyanggang 3 site from 1998 to 2007.

Table 1. Population each small watershed in Milyanggang mid-watershed

Small watersheds	Total population	Population of treatment sewer	Population of no treatment sewer	sewerage supply ratio (%)
Danjangchen	7,370	2,573	4,797	34.9
Dongchangchen	10,188	1,636	8,552	16.1
Dongchen	3,197	1	3,196	0.0
Milyanggang	57,813	46,404	11,409	80.3
Milyangdam	1,208	514	694	42.5
Milyangsuwepyo	11,119	7,605	3,514	68.4
Unmundam	6,090	1,874	4,216	30.8
Chengdochensangriue	8,255	2,633	5,622	31.9
Chengdochenhariue	26,617	18,811	7,806	70.7
Total	131,857	82,051	49,806	62.2

Table 2. Livestock each small watershed in Milyanggang mid-watershed

Small watersheds	milk cow	Cattle	Pig	Horse	Antelope	Deer	Dog	Poultry
Danjangchen	0	2,005	13,184	0	88	15	0	35,371
Dongchangchen	264	7,240	9,448	0	1,143	95	1,225	6,298
Dongchen	0	579	5,001	0	3	0	0	72,943
Milyanggang	633	5,401	5,268	3	300	97	0	77,613
Milyangdam	2	70	86	0	22	0	0	350
Milyangsuwepyo	48	472	3,115	0	19	0	0	12,830
Unmundam	4	1,513	4,056	0	605	22	131	640
Chengdochensangriue	308	4,913	11,346	0	327	21	530	156,582
Chengdochenhariue	1,124	6,658	15,207	4	964	6	3,519	105,485
Total	2,383	28,851	66,711	7	3,471	256	5,405	468,112

행정구역별로는 밀양시 61.2%, 청도군 34.8%이며 나머지 시·군은 3%미만이다. 하수도보급율은 62.2%였으며 밀양강 소권역이 80.3%로 가장 높았다. 가축은 총 1,775.3 천마리였으며, 젓소와 한우가 각각 1,124두 및 6,658두였고 돼지는 15,207두였다.

까지 124,734명, 2013년까지 123,921명으로 감소할 것으로 전망되었으며 하수도보급율은 2011년에 72.7%, 2013년에 75.5%로 증가할 것으로 전망되었다. 하수처리 인구는 2011년에 90,634명, 2013년에 83,523명으로 전망되었다.

3.3. 오염원 전망

밀양강중권역의 하수처리 구분별 인구전망 결과는 Fig.3과 같다. 2006년을 기준으로 하여 인구는 2011년

3.4. 오염부하량 발생 및 배출 전망

BOD 및 TP의 오염물질 발생부하량 및 배출부하량의 전망결과는 Fig.4, Table 3 및 Table 4와 같다. 2006

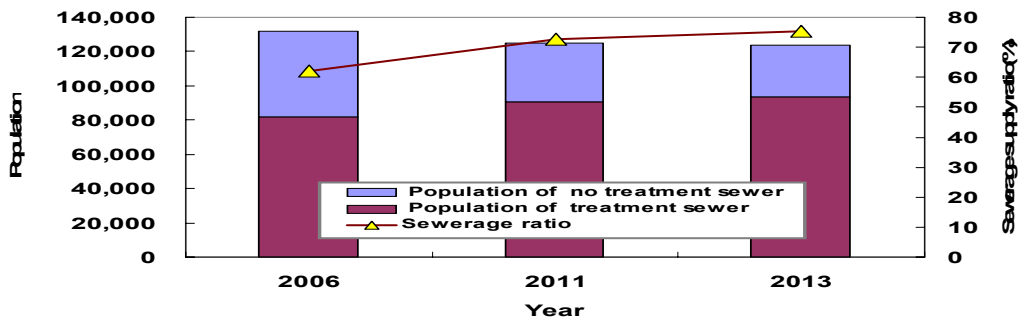


Fig. 3. Forecast of population in Milyanggang mid-watershed.

년의 BOD 발생부하량은 40,735 kg/day 이었으나 배출부하량은 11,818 kg/day로서 71.0%가 삭감될 것으로 전망되었다. 발생부하량 중에는 축산계의 비율이 66.6%로 가장 높았고 다음은 생활계로서 14.6%를 차지하고 있었다. 배출부하량 중의 비율은 삭감효과가 거의 없는 토지계가 46.1%로 가장 높았고 생활계는 28.2%를 차지 하는 것으로 나타났다. 2006년의 TP 발

Table 3. Generated loading of BOD and TP in Milyanggang mid-watershed

Small watershed	BOD (kg/day)		TP (kg/day)	
	2006	2013	2006	2013
Danjangchen	3,323	3,506	280	284
Dongchangchen	7,416	7,382	497	495
Dongchen	2,492	2,630	193	195
Milyanggang	6,912	6,842	470	466
Milyangdam	540	596	32	33
Milyangsuwepyo	1,125	1,147	80	80
Unmundam	2,701	2,742	195	194
Chengdochensangriue	6,245	6,246	460	459
Chengdochenhariue	9,979	10,609	665	681
Total	40,735	41,699	2,872	2,887

Table 4. Discharged loading of BOD and TP in Milyanggang mid-watershed

Small watershed	BOD(kg/day)		TP(kg/day)	
	2006	2013	2006	2013
Danjangchen	694	982	46	51
Dongchangchen	2,274	2,306	134	130
Dongchen	668	708	42	46
Milyanggang	1,941	2,060	142	139
Milyangdam	323	335	21	22
Milyangsuwepyo	441	488	23	23
Unmundam	1,277	1,259	86	84
Chengdochensangriue	1,663	1,686	93	92
Chengdochenhariue	2,537	2,512	136	132
Total	11,818	12,336	722	718

생부하량은 2,872 kg/day 이었으나 배출부하량은 722 kg/day로서 74.9%가 삭감되는 것으로 나타났다. 발생부하량 중 축산계의 비율이 79.2%로 가장 높았고 다음은 생활계로서 6.3%를 차지하고 있었다. 배출부하량 중에는 삭감효과가 거의 없는 토지계가 49.8%로 가장 높았고 생활계는 21.1%를 차지 하는 것으로 나타났다. BOD와 TP의 2013년의 발생부하량 전망결과

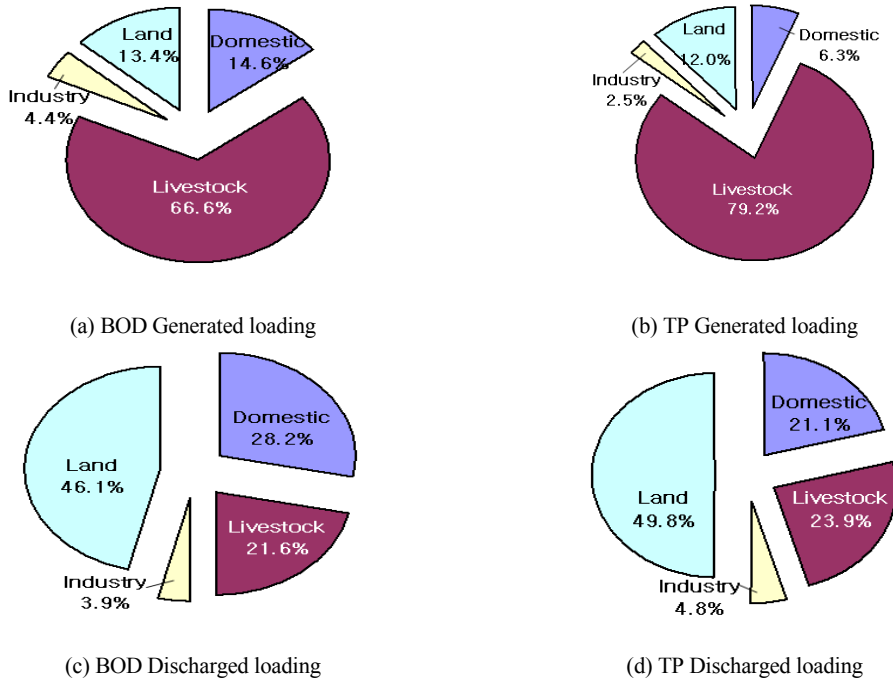


Fig. 4. The ratio of generated and Discharged loading of BOD and TP in Milyanggang mid-watershed (2006).

를 보면 각각 2.4% 및 0.5% 증가하는 것으로 나타났다. 배출부하량은 BOD는 4.3% 증가 및 TP는 0.6% 감소하는 것으로 나타났다.

유달부하량 산정을 위해 소권역 말단지점에서 수질 및 유량에 대하여 2008년 4월 등 총 5회 실측조사를 실시하였으며 원단위에 의한 산정결과와 비교하였다. Table 5에서 보는 것과 같이 원단위에 의한 유달부하량 산정결과가 실측치에 비해 평균적으로 BOD는 47.7%, TP는 52.6%가 높게 나타났다. 이는 원단위에 의한 부하량의 경우 유역에서 발생한 오염물질의 발생부하량을 의미하며, 실측에 의한 부하량의 경우 유역에서 발생한 오염물질이 자정작용, 흡착, 지하침투 등 다양한 자연현상에 의해 저감된 후 하천에 유입되어 조사대상 지점까지 도달된 유달부하량을 의미하므로 원단위에 의한 발생부하량이 실측 유달부하량에 비해서 높게 나타났다. 소권역별로 보면 BOD는 단장천 등 7개 소권역에서 높게 나타났으며 특히 운문댐

소권역은 5.9배 높았다. TP도 단장천소권역 등 6개 소권역에서 높게 나타났으며 특히 청도천상류소권역은 3.7배 높게 나타났다. 실측조사에 의한 유달부하량이 원단위에 의한 산정결과보다 낮게 나타난 것은 초기 강우유출 부하 등 비점오염원에 의한 배출부하가 반영되지 않았기 때문인 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 일부 소권역에서는 실측에 의한 유달부하량이 높은 것을 감안하면 부하량 산정에 활용되고 있는 원단위의 신뢰성에 문제가 있을 수 있으며, 이것은 각종 물환경 관리대책의 오염부하 전망의 불확실성으로 나타날 것으로 판단된다.

3.5. 수질모의 (QUALKO2)

수질모의의 보정은 밀양강유역의 환경부 수질측정망 자료, 낙동강물환경연구소의 수질오염총량 목표수질 측정자료를 참고하여 기준유량 20% 범위내의 측정자료를 이용하여 보정에 이용하였다. 환경부 수질 측정망의 측정주기는 매월 1회, 목표수질 측정주기는

Table 5. Delivery load of BOD and TP each observed and calculated in Milyanggang mid-watershed

Small watershed	2008 BOD (kg/day)		2008 TP (kg/day)	
	a) observed	calculated	b) observed	calculated
Danjangchen	295	665	665	555
Dongchangchen	2,834	2,197	367	1,434
Dongchen	108	679	336	495
Milyanggang	1,550	2,122	2428	2,036
Milyangdam	80	261	80	268
Milyangsuwepyo	426	346	774	251
Unmundam	146	1,005	183	856
Chengdochensangriue	103	1,677	233	993
Chengdochenhariue	101	2,346	291	1,286
Total	7,651	11,298	5,357	8,174

a) and b): Observed waterquality and flowrate five times in 2008 of april, may, july, september, october.

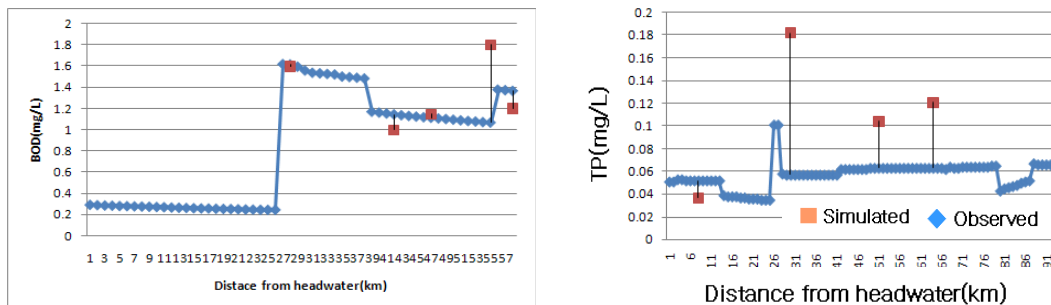
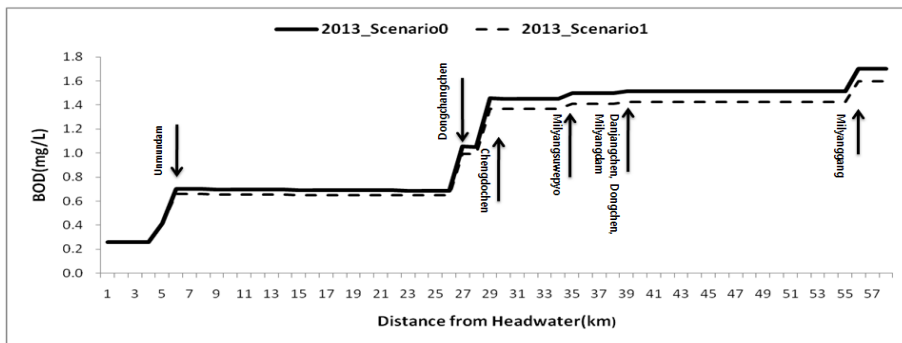


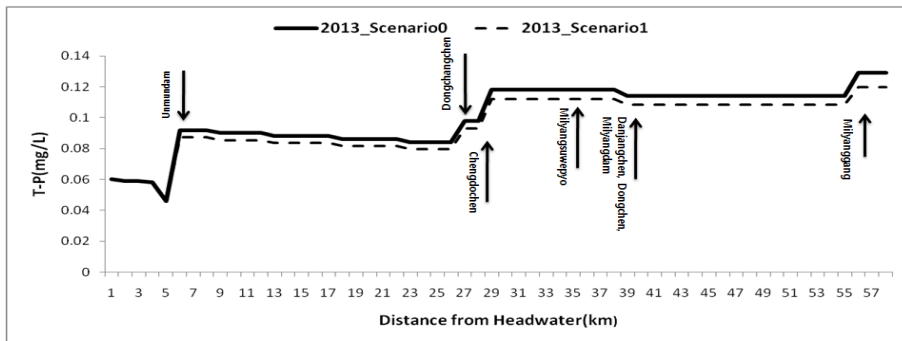
Fig. 5. Calibration of QUALKO2 water quality model.

Table 6. Hydraulic Coefficient used on waterquality modeling

Reach	Element	(Velocity)=a(Flowrate) ^b	(Depth)=c(Flowrate) ^d		Roughness		Roughness Coefficient
			a	b	c	d	
Milyanggang	1	5	0.4464	0.2387	0.0699	0.3759	0.035
	2	5	0.4673	0.2246	0.0820	0.3763	0.035
	3	3	0.3228	0.2411	0.0803	0.3918	0.035
	4	8	0.3730	0.2475	0.0850	0.4137	0.035
	5	7	0.5106	0.2161	0.0792	0.3748	0.035
	10	2	0.0307	0.9322	0.5473	0.0707	0.033
	11	6	0.4350	0.3787	0.2974	0.354	0.033
	12	2	0.2985	0.5451	0.8772	0.2126	0.033
	15	5	0.1176	0.7032	0.6976	0.1803	0.033
	16	4	0.2718	0.4525	0.2911	0.3562	0.028
Chengdochen	6	6	0.6462	0.2695	0.3514	0.4247	0.033
	7	7	0.7020	0.2764	0.3552	0.5236	0.033
	8	7	0.7270	0.3050	0.4394	0.5572	0.033
	9	5	0.8029	0.3048	0.3454	0.5327	0.033
Danjangchen	13	9	0.6179	0.2883	0.1420	0.4355	0.033
	14	8	0.4481	0.2929	0.1261	0.4171	0.033



(a) BOD prediction



(b) TP prediction

Fig. 6. Results of BOD and TP prediction by QUALKO2 in Milyanggang mid-watershed.

8일 간격 년 42회이다. 보정결과는 Fig. 6과 같다.

3.6. 시나리오에 따른 수질예측

밀양강중권역에는 수질개선을 위해 2013년까지 밀양시 관내에 소규모하수처리장 11개소 1,630 m³/day, 양산시 관내에 마을하수도 7개소에 288 m³/day, 오수처리시설 5개소 305 m³/day, 청도군에 소규모하수처리시설 3개소에 354 m³/day 등이 계획되어 있으며, 청도하수처리장 7,600 m³/day에 고도처리시설이 계획되어 있으며, 밀양시 분노처리시설 80 m³/day에 고도처리시설이 계획되어 있다. 이러한 오염원 삭감계획과 오염원의 변화 등이 밀양강 하류에 미치는 수질 영향을 시나리오별로 예측하였다. 시나리오 0는 삭감계획이 반영되지 않은 경우이고 시나리오 1은 삭감계획이 반영 되었을 때의 결과이다. 시나리오 0보다 시나리오 1에서 BOD는 649 kg/day 삭감량이 증가하며 TP는 46 kg/day이 추가 삭감된다. 밀양강하류부터 낙동강 합류까지 QUALKO2 모델을 이용하여 수질을 예측한 결과는 Fig. 6과 같다. 2006년도 운문댐 하류의 수질을 기준으로 하고 유하거리에 따른 소권역별 오염물질 유입을 고려하였다. 2007년의 밀양강3 지점의 BOD는 1.7 mg/L이었고 TP는 0.147 mg/L이었다. BOD의 경우 2013년까지 삭감계획이 시행되지 않으면 1.7 mg/L으로 예측이 되었으며 삭감계획이 시행되면 1.6 mg/L로 낮아질 것으로 예측되었다. TP의 경우 2013년까지 삭감계획이 시행되지 않으면 0.130 mg/L로 증가할 것으로 예측이 되었으며 삭감계획이

시행되면 0.120 mg/L 으로 예측이 되었다. 따라서 동중권역에서 2015년까지 수질전망치인 BOD 1.5 mg/L 및 TP 0.1 mg/L를 달성하기 위해서는 추가적인 삭감계획이 필요한 실정이며 이러한 계획은 2014년 및 2015년의 중권역 계획에 포함되어야 할 것이다.

Table 8. Prediction concentration of BOD and TP each scenario

Target year	Scenario 0		Scenario 1	
	BOD(mg/L)	TP(mg/L)	BOD(mg/L)	TP(mg/L)
2013	1.7	0.130	1.6	0.120

5. 결론

밀양강중권역에 대한 연도별 오염원 및 오염부하량을 전망하고 환경기초처리시설의 신·증설에 따른 중권역 대표지점에 대한 수질 예측 등을 통하여 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

2006년도 기준 인구는 총 131,857명이었으며 하수도 보급률은 62.2%였으며, 소권역별로는 밀양강소권역이 57,813명으로 가장 많았고 하수도 보급률도 80.3%로 가장 높았다. 가축은 총 1,775.3 천마리로 나타났다. 2013년까지 인구의 경우 123,921명 감소할 것으로 전망되었으며 하수도보급율은 75.5%로 증가할 것으로 전망되었다.

2006년 기준 BOD 발생부하량은 40,735 kg/day, 배출부하량은 11,818 kg/day로서 발생량의 71.0%가

Table 7. Reduction of BOD and TP discharged loading each scenario in Milyanggang mid-watershed

Small watershed	BOD(kg/day)				TP(kg/day)			
	Scenaro 0		Scenaro 1		Scenaro 0		Scenaro 1	
	2006	2013	2006	2013	2006	2013	2006	2013
Danjangchen	2,629	2,578	2,629	2,629	3,323	233	234	234
Dongchangchen	5,144	5,120	5,144	5,175	7,417	364	364	366
Dongchen	1,824	1,769	1,824	1,824	2,492	150	151	151
Milyanggang	4,971	4,873	4,971	4,971	6,912	327	328	328
Milyangdam	216	221	216	236	540	11	11	11
Milyangsuwepyo	684	661	684	684	1,125	57	57	57
Unmundam	1,424	1,483	1,424	1,483	2,701	111	109	119
Chengdochensangriue	4,582	4,590	4,582	4,808	6,245	368	367	374
Chengdochenhariue	7,442	8,358	7,442	7,756	9,979	556	530	556
Total	28,917	29,653	28,917	29,566	40,735	2,178	2,150	2,196

삭감되어 배출되는 것으로 나타났으며, 발생부하량 중 축산계 비율은 66.6%로 가장 높았고 배출부하량 중에는 토지계가 46.1%로 가장 높게 나타났다. 2006년 기준 TP 발생부하량의 경우 2,872 kg/day, 배출부하량은 722 kg/day로서 발생량의 74.9%가 삭감되는 것으로 나타났으며 발생부하량 중에는 축산계가 79.2%로 가장 높았고 배출부하량 중에는 BOD와 마찬가지로 토지계가 48.8%로 가장 높게 조사되었다.

BOD 및 TP의 2013년 발생부하량은 각각 2.4% 및 0.5%가 증가하는 것으로 예측되었으며 배출부하량은 BOD는 4.3% 증가, TP는 0.6% 감소하는 것으로 나타났다. 또한 밀양강중권역에서 환경기초처리시설의 신·증설에 따른 오염물질의 추가 삭감은 BOD의 경우 649 kg/day, TP의 경우 46 kg/day 정도로 나타났

다. 이러한 결과를 바탕으로 수질모델에 의한 중권역 대표지점에서의 2013년도의 수질은 BOD 및 TP가 각각 1.6 mg/L 및 0.120 mg/L로 예측되었다.

참 고 문 헌

- 낙동강물환경연구소, 2008, 장기 수질변동 추세분석 통합시스템 구축, 52-100.
- 낙동강유역환경청, 2008, 밀양강중권역 물환경관리 계획, 1-157.
- 물환경정보시스템, 2007, <http://water.nier.go.kr/>.
- 환경부, 2006, 낙동강 대권역 물환경관리 기본계획('06~'15), 495-498.
- 환경부, 2007, 수질오염총량관리제 고시·훈령·규정집, 197-265.
- 환경부, 2008, 4대강수계 총량관리 목표수질·유량측정 성과·평가 보고서, 266-267.