

낙동강수계 3단계 광역시·도 경계지점 목표수질 설정을 위한 관리권역 및 관리목표 설정 방법 연구

황하선 · 박지형 · 김용석 · 류덕희 · 최유진 · 이성준[†]

국립환경과학원 물환경연구부

Research on the Development Management Basin and Goal for 3th T.W.Q on the Boundary between Metropolitan Cities/Dos Specified in Nakdong River Basin

Ha Sun Hwang · Ji Hyung Park · Yong Seok Kim · Doug Hee Rhew · Yu Jin Choi · Sung Jun Lee[†]

Water Environmental Research Department, National Institute of Environmental Research
(Received 3 September 2015, Revised 22 September 2015, Accepted 22 September 2015)

Abstract

The current Total Pollution Load Control (TPLC) sets the Target Water Quality (TWQ) by utilizing the delivery ratio, unit loads, and water quality modeling, it also allocates the watershed's permitted discharge load. Currently, common target pollutants of every unit watershed in TPLC are BOD and T-P. This study has reviewed the 1th and 2th of TWQ setting process for the Nakdong River 3th TWQ setting in Total Pollution Load Control (TPLC). As a result of review, 1th and 2th were divided into one management basin (mulgeum) for setting management goals. However, 3th was divided into six management basins (mulgeum, gnagjeong, geumho river, nam river, miryang river, end of nakdong river). The principle of management goal setting were to achieve the objective criteria of Medium Areas for the linkage of the water environment management policy. And Anti-Degradation (principle of preventing deterioration) were applied to the 3th TWQ. Also, additional indicators were considered in accordance with the reduction scenarios for the final management goals.

Key words : Management Basin, Management Goal, Nakdong River Basin, Total Pollution Load Control (TPLC), Target Water Quality (TWQ)

1. Introduction

우리나라는 총오염부하량을 감소시키면서 지역개발에 대한 자율조절을 유도하여 공공수역의 수질을 보전하고, 각 지방자치단체에 허용 가능한 오염배출량을 할당하여 관리하는 수질오염총량관리제도(이하 총량관리)를 새로이 도입하였다. 총량관리는 수질오염에 대한 지역간 책임소재를 분명히 하고, 수자원 이용과 지역발전에 대한 유역 전체의 형평과 상생을 기하고자 목표수질 한도에서 유역의 오염물질 배출량을 총체적으로 관리하는 제도이다(MOE, 2004).

낙동강수계는 강원도 황지에서 발원하여 낙동강하구언을 통해 남해로 흐르는 국가하천으로 강원도, 경상북도, 대구광역시, 경상남도, 부산광역시, 전라남도, 전라북도, 울산광역시의 전부 또는 일부를 41개 수계구간(이하 단위유역)으

로 구분하였다(MOE, 2002). 2004년부터 BOD를 총량관리 대상물질(이하 대상물질)로 정하여 단위유역별 허용가능한 오염물질 배출부하량(이하 할당부하량)을 할당하여 관리해 오고 있으며, 2011년부터는 T-P를 대상물질로 추가하여 관리해 오고 있다(MOE, 2013).

총량관리에서 할당부하량을 산정하기 위해서는 단위유역별 목표수질이 필요하다. 단위유역별 목표수질은 낙동강 물 관리 및 주민지원 등에 관한 법률(MOE, 2014a)(이하 낙동강수계법) 제9조에 따라 환경부장관이 낙동강수계의 이용상황과 수질상태 등을 고려하여 주요 상수원의 수질이 환경정책기본법 시행령 별표 제3호(MOE, 2012)에 따른 약간 좋음 등급 이상을 달성·유지할 수 있도록 정하여 고시하거나, 광역시·도지사(이하 시·도지사)가 환경부장관이 고시하는 광역시·도 경계지점(이하 시·도 경계지점)의 목표수질을 달성할 수 있도록 관할 구역에 있는 단위유역의 목표수질을 정하여 환경부장관의 승인을 받아 공고할 수 있다(MOE, 2014a). 지금까지 낙동강수계는 환경부장관이 시·도 경계지점의 목표수질을 고시하면 시·도지사가 시·도 경계지점의 목표수질을 달성할 수 있도록 관할 구역 내 단위유역에 대한 목표수질을 설정하여 공고하였다.

[†] To whom correspondence should be addressed.
sungjun82@korea.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

단위유역 목표수질의 기준점이 되는 시·도경계 목표수질은 낙동강수계 내 단위유역별 물이용 목적이 명확히 구분되어 있지 않고 각 지방자치단체가 지역개발을 앞세우는 여건을 감안하여 수계 내 대표지점의 수질이 건전하게 유지되어야 한다는 전제하에 설정해 오고 있다. 또한, 수계내에서 지역개발이 낙후된 지역에는 다소간 개발의 여지를 허용하고 상당 수준 개발이 이루어진 지역에서 오염부하를 감축토록 함으로써 지역간 균형성장과 수질보전을 기하도록 설정해 오고 있다.

1~2단계 낙동강수계 대표지점의 관리목표수질(이하 관리목표)은 수환경질을 제고하기 위해 국가 및 지역이 지향하는 궁극적인 수질목표로서 오염원 밀도, 지역개발도, 환경기초시설 투자정도, 수량 및 수질, 수중생태계의 건전성 등을 고려하여 환경용량범위에서 설정되어 왔다. 하지만, 대표지점이 주요 상수원 중의 하나인 물금지역에 한정되어 중·상류와의 형평성에 대한 고려가 부족하였으며 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(MOE, 2014b)(이하 수생태법)에 따른 중권역별 수질 및 수생태 목표기준(MOE, 2006)(이하 중권역 목표기준)과의 연계가 부족하였다.

Bae (2009)는 수계별 형평성과 물 이용상황을 고려하여 수계별 기준지점 및 목표수질을 설정할 수 있는 규정의 신설이 필요하다 하였으며, Yi (2013)는 금강수계 물환경기준과 목표수질 설정방안에서 물환경관리 정책의 일관성과 법률적인 체계성을 고려할 때, 중권역과 단위유역 명칭을 통일할 필요가 있다고 한바 있다.

그러나, 지금까지 총량관리 목표수질에 대한 연구는 주로 모형을 이용한 목표수질 달성을 위한 할당부하량 산정 연구(NIER, 2014b) 또는 목표수질의 달성도 평가(Hwang et al., 2010; Hwang et al., 2011)에 국한되어 진행되고 있어 목표수질 설정 원칙 및 방법에 관한 연구는 부족한 현실이다.

본 연구는 낙동강수계의 1단계 및 2단계 시·도경계 목표수질 설정 방법을 재검토하고 이를 바탕으로 수계 내 대표지점 확대 및 중권역 목표기준 등 물관리 정책과의 연계, 악화방지원칙 등 총량관리 연속성을 고려하여 3단계 시·도경계 목표수질 설정을 위한 관리권역 및 관리목표 설정방법을 마련하고자 한다.

2. Materials and Methods

2.1. 대상지역

연구 대상지역은 낙동강수계이며 수계범위는 낙동강의 발원지인 강원도 태백시 황지에서 부산광역시 낙동강하구언까지 낙동강으로 물이 흘러 유입되는 지역으로 면적은 약 23,686 km²이다. 행정구역으로는 강원도, 경상북도, 대구광역시, 경상남도, 부산광역시, 전라남도, 전라북도, 울산광역시 시의 전부 또는 일부가 포함되어 있으며 41개의 단위유역으로 구성되어 있다. 이 중 시·도 경계지점은 8개로 강원도와 경상북도 경계는 낙본A이며, 경상북도와 대구광역시 경계는 낙본F 및 금호B, 금호C이며, 대구광역시와 경상남도의 경계는 낙본G이며 경상북도와 경상남도의 경계는 회천A, 밀양A이고,

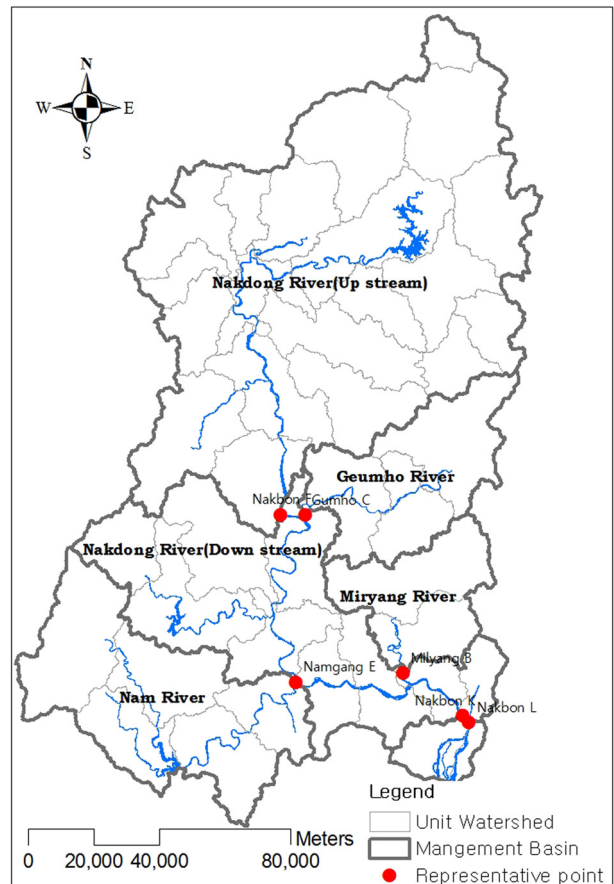


Fig. 1. Unit Watershed and Metropolitan Cities/Dos in Nakdong River Basin.

경상남도과 부산광역시의 경계는 낙본L이다(Fig. 1).

2.2. 1~2단계 시·도경계 지점 목표수질 설정 방법

시·도경계 지점의 목표수질은 시·도지사가 관할 단위유역의 목표수질을 설정하기 위한 기준이 되는 수질이며, 설정방법은 낙동강수계 내 공공수역을 대표하여 총량관리에서 관리하고자 하는 지점(이하 대표지점)과 대표지점의 관리목표를 정하고 시·도 경계 목표수질 설정 원칙에 따라 목표수질을 설정하였다.

2.2.1. 대상물질별 수계대표지점 및 관리목표수질

우리나라 총량관리는 기본방침에서 대상물질을 지정하면 해당 관할 시·도지사가 대상물질에 대한 단위유역 목표수질을 정하고 있는데, 낙동강수계는 1단계 대상물질로 산소고갈 원인물질인 BOD를 지정하였으며 2단계에는 부영양화 관리를 위하여 T-P를 대상물질로 추가 지정하였다(MOE, 2013).

단위유역 목표수질 설정의 기초가 되는 시·도경계 지점의 목표수질 설정을 위해서는 낙동강수계에서 관리하고자 하는 수계대표지점과 관리목표가 필요하다. BOD의 수계대표지점은 주요 상수원 중 물금지역인 낙본K 단위유역 말단이었으며, 관리목표는 환경정책기본법 시행령에 따른 하천의 생활환경기준 약간 좋음 등급(II) 이상을 달성·유지할 수 있도록 하기 위하여 대표지점인 낙본K BOD 수질이 과

Table 1. Management Goal for Development T-P TWQ in Mulgum Site

Site	Water Quality (start)	Goal (first)	Goal (middle)	Goal (final)
Mulgum (Nakbon L)	0.119 mg/L	0.074 mg/L	0.035 mg/L	0.020 mg/L
	OECD	OECD	OECD	OECD
	Hypertrophy	Eutrotrophy	Eutrotrophy	Mesotrophy
	Low Standard	Middle Standard	Low Standard	Middle Standard

거 10년 평균저수량 조건에서 3.0 mg/L을 달성하도록 설정하였고 이를 기준으로 시·도 경계지점 목표수질을 설정하였다(MOE, 2003).

T-P의 수계대표지점은 주요 상수원인 물금 인근이며 최하류 시·도 경계지점 단위유역인 낙본L 단위유역 말단이었으며 관리목표는 대표지점인 낙본L의 T-P 수질이 과거 10년 평균저수량(이하 저수량) 및 과거 10년 평균평수량(이하 평수량) 조건에서 모두 0.073 mg/L을 달성하도록 설정하였고 이를 기준으로 시·도 경계지점 목표수질을 설정하였다(MOE, 2007). 수계 대표지점의 T-P 관리목표는 OECD(1982) 중영양 중간수준인 0.020 mg/L이 되어야 하나 수계내 삭감역력 등을 고려하여 처음에는 OECD 부영양 중간수준인 0.074 mg/L을 목표로 설정하고 그 다음은 OECD 부영양 낮은수준인 0.035 mg/L을 목표로 단계적 접근을 통해 최종 0.020 mg/L이 되고자 계획하였다(Table 1).

2.3. 3단계 대상물질별 수계대표지점 및 관리목표

3단계는 기존의 BOD 및 T-P 외 추가적으로 대상물질을 지정하지 않았으며 3단계 시·도경계 목표수질 설정을 위한 관리권역 및 관리목표는 낙동강수계법의 수질관리 목표와 수생태법에 따른 중권역별 목표기준을 동시에 달성하도록

설정하였다. 또한, 낙동강수계 주요지점의 T-P 단계목표 범위 내에서 2단계 총량목표수질 보다 악화되지 않게 설정하여 총량계획의 연속성을 확보하도록 설정하였다.

3. Results and Discussion

3.1. 시·도경계 목표수질 설정 방향

낙동강수계 3단계 BOD 및 T-P 대상물질에 대한 시·도 경계 목표수질은 낙동강수계법의 수질관리 목표와 수생태법에 따른 중권역별 목표기준을 동시에 달성하도록 설정하여 우리나라 물관리정책의 연계성을 강화하였다. 낙동강수계 주요지점의 T-P 단계목표 범위 내에서 2단계 총량관리 목표수질보다 악화되지 않게 설정하여 총량계획의 연속성을 확보하도록 설정하였으며 그 결과는 Fig. 2와 같다.

이때 낙동강수계법의 총량관리목표는 주요 상수원의 수질이 환경정책기본법 따른 약간 좋음 등급 이상을 달성·유지할 수 있도록 하는 것이며 수생태법 수질관리 목표는 중권역별 목표기준이고, 총량계획 연속성 확보를 위한 T-P 관리목표는 2015년까지 달성하고자 하는 2단계 목표수질인 0.074 mg/L과 중간지표인 OECD 부영양 낮은 수준인 0.035 mg/L 사이이다.

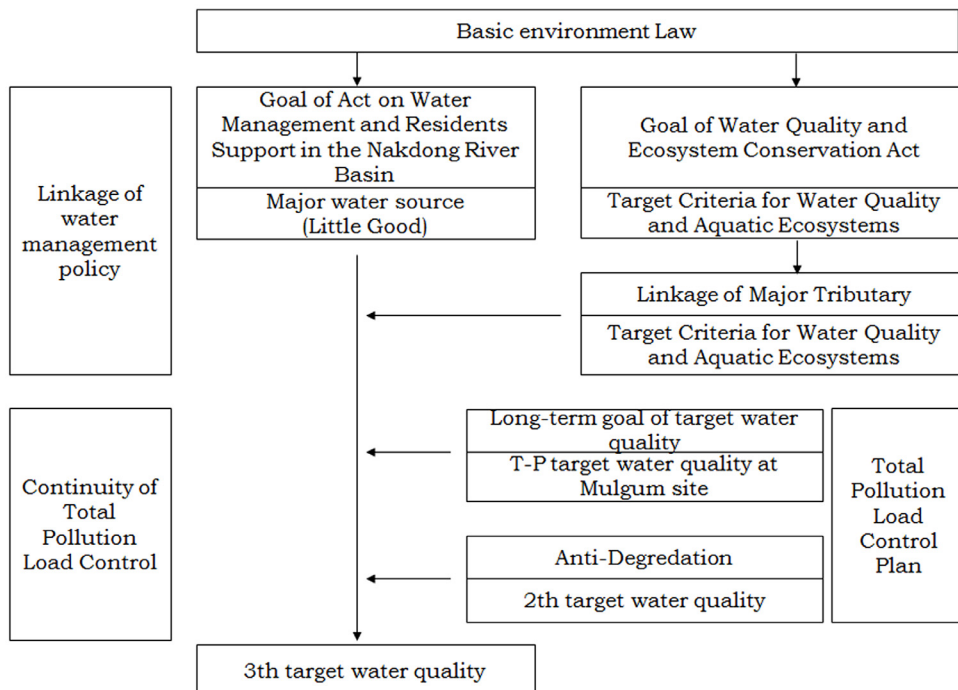


Fig. 2. Framework of development 3th T.W.Q on the Boundary Point of Metropolitan Cities/Dos in Nakdong River Basin.

3.2. 시·도경계 목표수질 설정을 위한 수계대표지점

3단계 시·도경계 목표수질 설정 방향에 따라 중권역별 목표기준을 동시 달성토록 설정하고 지역별 여건과 상·하류간 형평성을 제고하기 위해 주요상수원 및 수계 최하류, 주요 지류로 구분하여 수계대표지점을 정하고 관리권역을 설정하였다.

수계대표지점 중 주요 상수원으로 선정한 강정지역은 총량단위유역 낙분F 말단으로 중권역 목표기준은 하천 생활환경기준으로 좋음 등급(Ib)이며, 물금지역은 낙분K 말단으로 중권역 목표기준은 하천 생활환경기준으로 좋음 등급(Ib)이다. 그리고 낙동강수계 마지막 시도경계지점인 낙분L의 중권역 목표기준은 하천 생활환경기준으로 좋음 등급(Ib)이다.

또한, 주요지류로 선정한 금호강은 총량단위유역 금호C 말단으로 중권역 목표기준은 하천 생활환경기준으로 보통 등급(III)이며, 남강은 총량단위유역 남강E 말단으로 중권역 목표기준은 하천 생활환경기준으로 좋음 등급(Ib)이며, 밀양강은 총량단위유역 밀양B 말단으로 중권역 목표기준은 하천 생활환경기준으로 좋음 등급(Ib)이다(Table 2). 중권역 목표기준 중 Ib는 BOD 2.0mg/L이며 III는 BOD 5.0mg/L이다(MOE, 2013).

관리권역은 수계대표지점을 기준으로 구성하였는데, 낙동강 분류구간은 낙분F 상류를 분류상류 권역으로, 낙분F에서 낙분L까지를 분류하류 권역으로 구분하였다. 지류구간은 금호강 권역, 남강 권역, 밀양강 권역으로 구분하였으며 시도경계지점 하류에 위치하는 낙분M과 낙분N을 기타권역으로 하여 총 6개 권역으로 구분하였다. 주요 상수원인 낙분K와 낙동강 최하류인 낙분L은 근거리에 위치하여 낙분L 지점으로 하나의 권역으로 구성하였으며 시·도경계 목표수질 설정이 필요 없는 기타권역은 본 연구에서 제외하였다(Fig. 3).

3.3. 관리권역별 수질관리목표

관리권역별 수질관리목표는 물관리정책과의 연계 강화를 위해 낙동강수계법에 따른 주요 상수원의 목표기준과 수생태법에 따른 중권역 목표기준을 동시에 달성하도록 하고, 현재수질 및 2단계 목표수질에 악화방지원칙을 적용하여 총량관리의 연속성이 고려되도록 설정하되 3단계 최종년도인 2020년까지 달성이 어려운 경우에는 실현가능한 수질관리목표를 재설정하였다.

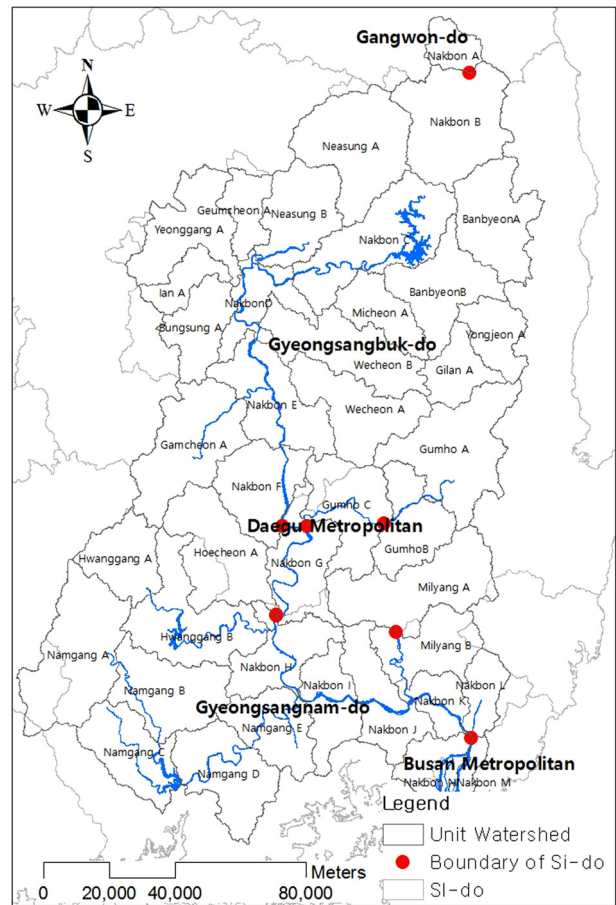


Fig. 3. Representative Point and Management Basin in Nakdong River Basin.

3.3.1. BOD

관리권역별 관리목표는 총량관리 목표기준 및 중권역 목표기준, 총량관리 2단계목표수질, 현재수질을 각각의 지표로 정하고 이중에서 가장 양호한 수질을 관리목표 초안으로 설정하였다.

총량관리 목표기준은 주요 상수원인 분류 상류와 분류 하류에만 적용하였으며 현재조건은 3단계 시·도경계 목표수질 설정의 기준년도인 2012년으로 하였으며 총량관리 BOD 목표수질은 저수량 조건에서 달성하여야 하는 목표이므로 현재수질은 2012년 저수량 조건의 수질모델 결과를 적용하였다. 이때 수질모델은 NIER (2014a)이 2012년 오염부하량과 실측수질을 이용하여 보·검증한 모델을 이용하였다.

Table 2. Representative Point for development 3th TWQ on the boundary between Metropolitan Cities/Dos specified Nakdong River Basin

Group	Representative Point	Unit Watershed	Target Criteria*
Major water source	Gangjeong	Nakbon F	I b
	Mulgum	Nakbon K	I b
End of Nakdong River	Final Boundary Cities/Dos (between Busan and Gyeong-Nam)	Nakbon L	I b
Major Tributary	Geumho River	Gumho C	III
	Nam River	Namgang E	I b
	Miryang River	Milyang B	I b

* Target Criteria : Target Criteria for Water Quality and Aquatic Ecosystems

각각의 지표 중에서 가장 양호한 수질을 보면, 금호C 및 밀양B는 현재수질이 가장 양호한 것으로 나타나 각각 3.5 mg/L, 1.6 mg/L로 설정되었으며, 남강E 및 낙본F, 낙본L은 중권역 목표기준이 가장 양호한 것으로 나타나 각각 2.0 mg/L, 2.0 mg/L, 2.0 mg/L로 나타났다(Table 3). 이렇게 설정된 관리목표 초안의 실현가능성을 검토하기 위하여 저수량 조건으로 수질모델링을 수행한 결과 상류 4개의 관리권역은 각각의 권역내 삭감여력 등을 감안할 경우 실현가능한 관리목표이나 분류하류(낙본L)는 상류 4개 관리권역에서 관리목표 수질인 낙본F 2.0 mg/L, 금호C 3.5 mg/L, 남강E 2.0 mg/L, 밀양B 1.6 mg/L을 준수할 경우 3.0 mg/L으로 모의되어 분류하류의 삭감만으로는 2020년까지 관리목표 초안인 2.0 mg/L를 달성하기 어려운 것으로 나타났다. 이는 금호강 등 낙본F 보다 고농도의 지류가 유입되는 것을 감안할 경우 낙본L 중권역 목표기준인 2.0 mg/L은 과도하게 낮게 설정된 영향으로 판단된다. Bae (2009)는 1단계 목표수질 설정원칙의 문제점에서 물관리종합대책의 삭감계획의 이행도가 낮아 목표수질 기준으로서의 역할을 하지 못한다고 언급한 바 있다.

실현가능한 관리목표 설정을 위하여 지방자치단체의 오염물질 삭감여력과 점 및 비점 오염원 저감노력에 대한 형평성 등을 고려하여 수계구간으로 유입되는 모든 오염원이 동일하게 오염물질을 배출하는 경우 관리권역 말단의 수질을 추가지표로 정하였다. 추가지표는 오염원이 환경기초시설인 경우는 방류수 수질기준의 80% 농도(법적농도 20% 삭감)를 동일하게 배출하도록 하고, 환경기초시설 외 모든 오염원은 예측된 2020년 최종배출량의 20%를 삭감하여 배출하는 시나리오를 수립하고 이에 대한 수질을 모의하였으

며 그 결과 낙본F 1.9 mg/L, 금호C 3.6 mg/L, 남강E 2.0 mg/L, 밀양B 1.7 mg/L, 낙본L 2.9 mg/L로 나타났다.

관리목표 초안과 비교하여 낙본L은 추가지표 수질인 2.9 mg/L을 수질관리목표로 설정하고 그 외 관리권역은 관리목표 초안과 추가지표 중 낮은 수질을 목표로 설정하였으며, 그 결과 관리권역별 관리목표수질은 낙본F 2.0 mg/L, 금호C 3.5 mg/L, 남강E 2.0 mg/L, 밀양B 1.6 mg/L, 낙본L 2.9 mg/L로 나타났다(Table 4).

3.3.2. T-P

T-P 관리권역별 관리목표는 총량관리 T-P 중간목표기준 및 총량관리 2단계 목표수질, 현재수질을 각각의 지표로 정하고 이중에서 가장 양호한 수질을 관리목표 초안으로 설정하였다.

총량관리 T-P 중간목표기준은 2단계 수계대표지점인 낙본L이 수계대표지점인 분류 하류에만 적용하였으며, 중권역 목표기준이 BOD에 한정되는 기준이므로 적용하지 않았고, 현재조건은 3단계 시·도경계 목표수질 설정의 기준년도인 2012년으로 하였으며 총량관리 T-P 목표수질은 저수량 및 평수량조건에서 달성하여야 하는 목표이므로 현재수질은 2012년 저수량 및 평수량 2조건의 수질모델 결과 중 높은 수질을 적용하였다.

각각의 지표 중에서 가장 양호한 수질을 보면, 낙본F와 금호C는 총량관리 2단계 목표수질이 가장 양호한 것으로 나타나 각각 0.060 mg/L, 0.254 mg/L로 설정되었으며, 남강E는 현재수질 중 저수량조건에서 나타났고 밀양B는 저수량조건에서 나타나 각각 0.074 mg/L, 0.047 mg/L로 설정되었고, 낙본L은 총량관리 T-P 중간목표기준이 가장 양호한

Table 3. Result of BOD Indicator and Management Goal (draft) each Management Basin

Management Basin	End of Management Basin	BOD (mg/L)					Management Goal (draft)
		Flow Condition	Indicator				
			TPLC Minimum Goal	2th T.W.Q	Medium Areas	Current	
Geumho River	Gumho C	Dry	-	4.0	5.0	3.5	3.5
Nam River	Namgang E	Dry	-	2.5	2.0	2.3	2.0
Miryang River	Milyang B	Dry	-	2.5	2.0	1.6	1.6
Nakdong River Up stream	Nakbon F	Dry	3.0	2.0	2.0	2.3	2.0
Nakdong River Down stream	Nakbon L	Dry	3.0	3.1	2.0	3.6	2.0

Table 4. Result of BOD Additional Indicator and Management final Goal each Management Basin

Management Basin	End of Management Basin	BOD(mg/L)			
		Flow Condition	Management Goal (draft)	Additional Indicator 20% Reduction	Management Goal (final)
Geumho River	Gumho C	Dry	3.5	3.6	3.5
Nam River	Namgang E	Dry	2.0	2.0	2.0
Miryang River	Milyang B	Dry	1.6	1.7	1.6
Nakdong River Up stream	Nakbon F	Dry	2.0	1.9	1.9
Nakdong River Down stream	Nakbon L	Dry	2.0	2.9	2.9

Table 5. Result of T-P Indicator and Management Goal(draft) each Management Basin

Management Basin	End of Management Basin	T-P(mg/L)				Management Goal (draft)
		TPLC Goal (middle)	TPLC 2th T.W.Q	Current		
				Dry	Middle	
Geumho River	Gumho C	-	0.254	0.529	0.360	0.254
Nam River	Namgang E	-	0.109	0.074	0.071	0.074
Miryang River	Milyang B	-	0.074	0.038	0.047	0.047
Nakdong River Up stream	Nakbon F	-	0.060	0.114	0.092	0.060
Nakdong River Down stream	Nakbon L	0.035	0.074	0.140	0.107	0.035

Table 6. Result of T-P Additional Indicator and Management final Goal each Management Basin

Management Basin	End of Management Basin	T-P(mg/L)			Management Goal (final)
		Management Goal (draft)	Additional Indicator 20% Reduction		
			Dry	Middle	
Geumho River	Gumho C	0.254	0.149	0.119	0.149
NamRiver	Namgang E	0.074	0.070	0.065	0.070
Miryang River	Milyang B	0.047	0.043	0.047	0.047
Nakdong River Up stream	Nakbon F	0.060	0.056	0.058	0.058
Nakdong River Down stream	Nakbon L	0.035	0.065	0.062	0.065

것으로 나타나 0.035 mg/L로 설정되었다(Table 5).

이렇게 설정된 관리목표 초안의 실현가능성을 검토하기 위하여 저수량 및 평수량조건으로 수질모델링을 수행한 결과 상류 4개의 관리권역은 각각의 권역내 삭감여력 등을 감안할 경우 실현가능한 관리목표이나 본류하류(낙본L)는 상류 4개 관리권역에서 관리목표 수질인 낙본F 0.060 mg/L, 금호C 0.254 mg/L, 남강E 0.074 mg/L, 밀양B 0.047 mg/L을 준수할 경우 0.086 mg/L으로 모의 되어 본류하류의 삭감만으로는 2020년까지 관리목표 초안인 0.035 mg/L를 달성하기 어려운 것으로 나타났는데, 총량관리 T-P 중간목표기준은 점진적으로 개선해 나가야 하는 중간단계 목표이며 현재의 삭감여력으로는 달성이 어려운 것으로 판단되며 3단계 T-P 목표기준은 2단계와 중간목표 사이인 0.074 mg/L에서 0.035 mg/L사이에서 결정되는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

실현가능한 관리목표 설정을 위하여 BOD와 동일한 방법으로 추가지표를 정하였으며 그 결과 낙본F 1.9 mg/L, 금호C 0.149 mg/L, 남강E 0.070 mg/L, 밀양B 0.047 mg/L, 낙본L 0.065 mg/L로 나타났다.

관리목표 초안과 비교하여 낙본L은 추가지표 수질인 0.065 mg/L을 관리목표 수질로 설정하고 그 외 관리권역은 수질관리목표 초안과 추가지표 중 낮은 수질을 목표로 설정하였으며, 그 결과 관리권역별 관리목표수질은 낙본F 0.058 mg/L, 금호C 0.149 mg/L, 남강E 0.070 mg/L, 밀양B 0.047 mg/L, 낙본L 0.065 mg/L로 나타났다(Table 6).

4. Conclusion

본 연구는 낙동강수계 3단계 시·도경계 목표수질 설정을

위해 1단계 및 2단계의 목표수질 설정 방법론을 검토하고 이를 바탕으로 총량관리의 연속성 유지 및 국가 물관리 정책과의 연계 강화를 위한 관리권역 및 관리목표를 설정하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 1단계 및 2단계에서는 주요 상수원인 물금지역을 수계 대표지점으로 정하여 낙동강수계를 하나의 관리권역으로 구분하였으나, 본 연구에서는 총량관리 연속성 유지 및 국가 물관리 정책과의 연계 강화를 위해 주요상수원인 물금지역 외 강정지역과 낙동강수계 마지막 시·도경계지점 및 주요지류인 금호강, 남강, 밀양강을 3단계 수계대표지점으로 정하였으며 수계대표지점을 기준으로 낙동강수계를 6개의 관리권역으로 구분하였다.
- 2) 관리권역별 수질관리목표 설정 원칙은 물환경관리정책 연계강화를 위해 낙동강수계법에 따른 주요 상수원의 목표기준과 수생태법에 따른 중권역 목표기준을 동시에 달성하도록 하고, 현재수질 및 총량관리 2단계 목표수질에 대한 악화방지원칙을 적용하여 총량관리의 연속성이 고려되도록 정하였다.
- 3) 3단계 수질관리목표는 그동안 물관리정책 연계 부족 등으로 본류하류 권역의 수질개선 노력만으로 수질관리목표 달성이 현실적으로 어려운 현상이 발생되어 실현가능한 관리목표 설정을 위해 오염원이 환경기초시설인 경우는 방류수 수질기준의 80% 농도로 동일하게 배출하고, 환경기초시설 외 오염원은 배출량의 20%를 삭감하여 동일하게 배출하는 지표를 추가로 고려하였다.
- 4) 관리권역별 수질관리목표는 낙동강 본류구간인 본류상류 권역(낙본F)은 BOD 2.0 mg/L, T-P 0.058 mg/L, 본류하류 권역(낙본L)은 BOD 2.9 mg/L, T-P 0.065 mg/L로 나타났

으며 주요 지류인 금호강권역(금호C)은 BOD 3.5 mg/L, T-P 0.149 mg/L, 남강권역(남강E)은 BOD 2.0 mg/L, T-P 0.070 mg/L, 밀양강권역(밀양B)은 BOD 1.6 mg/L, T-P 0.047 mg/L로 나타났다.

- 4) 총량관리 단위유역의 연속적이고 합리적인 목표수질 설정을 위하여 수계 내 관리권역에 대한 궁극적 수질관리 목표를 정하고 삭감여력 등을 고려하여 단계적으로 목표수질을 강화해야 하며 궁극적 수질관리목표 설정을 위해 국내 물환경관리제도별로 이원화 되어 있는 목표수질 및 목표수질 설정지점, 목표수질 달성기간, 목표수질 달성 평가방법에 대한 통일이 필요한 것으로 판단된다.

References

Bae, M. S. (2008). *Assessment of Water Quality Standards of Geum River Basin in ChungBuk Province*, ChungBuk Research Institute. [Korean Literature]

Hwang, H. S., Yoon, C. G., and Kim, J. T. (2010). Application Load Duration Curve for Evaluation of Impaired Watershed at TMDL Unit Watershed in Korea, *Journal of Korean Society on Water Environment*, 26(6), pp. 903-909. [Korean Literature]

Hwang, H. S., Park, B. K., Kim, Y. S., Park, K. J., Cheon, S. U., and Lee, S. J. (2011). Research on the Applicability of the Load Duration Curve to Evaluate the Achievement of Target Water Quality in the Unit Watershed for a TMDL, *Journal of Korean Society on Water Environment*, 27(6), pp. 885-895. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2002). *Waterbody and Watershed on Target Water Quality in the Nakdong River Basin*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2003). *BOD Target Water Quality on the Boundary between Metropolitan Cities/Dos Specified in the Nakdong River Basin*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2004). *Guidebook for Total Maximum Daily Load Programs*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2006). *Target Criteria for Water Quality and Aquatic Ecosystems*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2007). *T-P Target Water Quality on the Boundary between Metropolitan Cities/Dos Specified in the Nakdong River Basin*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2012). *Basic Environment Law*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2013). *Basic Policy on the Total Pollution Load Control*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2014a). *Act on Water Management and Residents Support in the Nakdong River Basin*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

Ministry of Environment (MOE). (2014b). *Water Quality and Ecosystem Conservation Act*, Ministry of Environment. [Korean Literature]

National Institute Environmental Research (NIER). (2014a). *Establishment of Target Water Quality in Nakdong River Basin*, National Institute Environmental Research. [Korean Literature]

National Institute Environmental Research (NIER). (2014b). *Studies on Applicability and Methodology of Dynamic Water-Quality Model Korean TMDL*, National Institute Environmental Research. [Korean Literature]

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (1982). *Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France, 154 pp.

Yi, S. (2013). Establishment of Water Quality Standards and Water Quality Target in the Geum River Basin, *Journal of Korean Society on Water Environment*, 29(3), pp. 438-442. [Korean Literature]