

Characteristics of water quality at Han stream retention ponds in Jeju City

제주시 한천 저류지의 수질 특성

Jinkeun Kim*

김진근*

제주대학교 환경공학과

Abstract : To evaluate characteristics of water quality in Jeju, a study was implemented for Han stream and retention ponds. Inflow water quality of retention ponds was heavily dependent on precedent rainfall, and no pesticide was detected due to the little artificial pollution sources. A smooth settling efficiency curve was noticed because heavy particles were already settled down in front of the retention pond. There were weak relationships between retention time and water quality, and this can be attributable to high concentration of pollutants influx at peak inflow. In addition, as Han stream retention pond has a role of groundwater recharge, inflow control based on water quality as well as quantity is needed to maximize pollutant removal at the retention ponds.

Key words : retention pond, particle settling, groundwater recharge

주제어 : 저류지, 입자침강, 지하수 함양

1. 서론

최근 전지구적인 기상변화와 함께 강수특성도 변하고 있다. 제주지역에서 과거 30년간 관측된 기상자료를 토대로 분석한 결과 강우일수는 전반적으로 감소하나 강우강도는 강해져 국지적인 가뭄과 집중호우가 반복되는 양상을 나타내고 있다(제주지방기상청, 2013).

국내에서 가장 큰 화산섬인 제주도는 총면적이 1,850 km²이고 8개의 유인도와 55개의 무인도로 이루어져 있으며, 연평균 강수량은 1,975 mm로서 국내 최다우 지역이다. 제주도의 연간 수자원총량은 34억3천만 m³으로 이중 33 %는 증발산으로 손실되고, 21 %는 하천을 통해 바다로 유

출되며, 나머지 46 %는 지하로 함양된다(박원배, 2009; 제주도, 2009).

제주도 면적에서 화산암류는 98 %를 피복하고 있는 반면, 퇴적암류는 2 % (28 km²) 정도에 불과하다. 이러한 지질적 특성은 하천의 유출, 지하수의 부존형태와 산출특성에 중요한 역할을 한다. 제주도는 대부분의 지층이 투수성이 높은 다공질 현무암으로 구성되어 지표수의 발달은 미약한 반면 지하수는 풍부하게 부존되어 있다(제주도, 2012).

제주도의 하천은 한라산 정상부로부터 사방으로 퍼져나가는 방사형의 형태를 보인다. 경사가 완만한 한라산 동-서 사면으로는 넓은 용암대가 발달하여 수계의 발달이 미약하고 대부분의 하천들은 남-북 사면에 발달하여 남류 혹은 북류하고 있다. 하천유출은 직접유출과 기저유출로 구분할

* Received 13 March 2013, revised 2 April 2013, accepted 5 April 2013.

* Corresponding author: Tel : +82-64-754-3448 Fax : 82-64-725-2483 E-mail : kjinkeun@jeju.ac.kr(Kim, J.K.)

수 있으며, 제주도의 경우 투수성이 높은 지질 특성으로 인해 기저유출은 대부분 해안 지역에서 용천수의 형태로 나타나 하천유출에 크게 기여하지는 못하고 있는 실정이다. 상류에서 유출하던 물은 용암류 경계에 발달하는 투수층이나 하상 등을 따라 지하로 침투하여 흐르며, 일부 지하수는 해안 부근에서 다시 용출하여 폭포를 이루기도 한다. 제주도에는 지방2급 하천이 60개, 소하천이 83개 분포하고 있으며, 해안 가까이에서 하상 지하수가 용출되는 강정천과 외도천, 옹포천 등의 비교적 짧은 하천을 제외하면 대부분의 하천은 평상시에는 물이 거의 흐르지 않는 건천(乾川)을 이루고 있다(제주도, 2009; 국토해양부, 2010).

제주도의 하천유출은 주로 일 강수량이 40–50 mm 이상일 경우에 발생하며, 연간 유출일수는 5–19일 정도이고, 이러한 지표유출은 급한 하천경사, 25 km 미만의 짧은 유하거리 등으로 인해 발생 후 2–3일 정도만 지속되는 특성을 갖고 있다. 제주도는 지질 특성상 강수량이 적을 경우에는 대부분 지하로 침투되나, 집중호우 발생시는 하천에 유출이 발생하며 강수량이 매우 높을 경우에는 짧은 유하거리와 지형적인 급경사로 인해 하천의 범람이 발생할 수 있다. 실제 2007.9.16일 태풍 나리가 제주도에 내습하였을 때는 홍수의 영향으로 12명의 사망자가 발생하였으며 국가 재난지역으로 선포(2007.9.20)되기도 하였다. 이후 제주도와 소방방재청에서는 홍수 피해 예방을 위하여 제주시 한천 등 4개 하천에 총저류용량 160만 m³의 저류지 11개소를 건설하였다. 저류지 설치의 주요 목적은 하천의 피크유량을 일시 저류하여 하천의 유출량을 저감함으로써 하류의 홍수 피해를 방지하고 일부 저류지의 경우에는 지하 침투를 유도하기도 한다. 제주시의 한천 제1 및 제2 저류지는 집중호우시 하천수의 일시적인 저류뿐만 아니라 저류수의 지하 침투를 겸하기 위하여 저류지내에 지하수 함양정을 20개소 설치하였다(오건홍 등, 2008; 최치현 등, 2011; 제주도, 2013).

그러나, 이와 관련한 저류지에서의 수질모니터링에 대한 체계적인 연구는 현재까지 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 한라산에서 제주시 방향으로 유로가 형성된 한천(漢川)에 2010년 준공된 한천 제1, 제2 저류지를 대상으로 저류지 유입수의 수질특성과 저류지내에서의 입자물질 침강 및 수질변화 특성 등을 고찰하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상 및 범위

제주시 지역을 관통하는 주요 하천으로는 한천, 병문천, 산지천, 동흥천 등이 있으며, 본 연구에서는 제주시 오라동에서 발원하여 제주시 용담동으로 유하하는 하천연장이 11.5 km 이고 유역면적이 34.57 km²인 한천을 주요 연구대상으로 하였다. 또한 인근 하천과의 수질비교를 위하여 병문천, 삼수천에서도 일부 시료를 채수하였다(제주도, 2009; 국토해양부, 2010).

제주도내에는 2011년 기준으로 총 62개소의 하천 저류지가 설치 운영중이다. 총 저류지 면적은 689,220 m²이며, 총 저류가능용량은 2,625,424 m³이다. 이중 35개소는 제주시에 설치되어 있으며, 나머지 27개소는 서귀포시 지역에 설치되어 운영중에 있다. 초기에 건설된 저류지는 대부분 소규모로 건설되었으나, 2007년 이후 하도(河道) 외에 설치하는 형태의 off-line으로 건설된 저류지(Table 1 참조)는 상대적으로 대규모로 건설되었다(박원배, 2011; 김진근, 2012).

본 연구에서는 한천 제1 저류지를 대상으로 유입수 및 저류지 체류수에 대한 수질조사를 실시하였다. Fig. 1은 한천 제1 저류지의 전경 및 주요 시료채취 지점(A, B, C)을 나타내고 있다. 그림의 왼쪽 화살표 부분이 한천의 유하방향이며, A로 표기된 곳은 저류지 유입 수문이 설치된 곳이다. 제1 저류지는 모두 3지로 구성되어 있으며, 1→2→3지의 순으로 저류수가 유하하게 된다. 3지에는 모두 10개의 지하수 함양정(Fig. 1의 C 구역)이 설치되어 있다.

Table 1. Major off-line retention ponds in Jeju city

Stream	Sum		Phase 1(2008-2009)		Phase 2(2009-2010)	
	Number	Quantity (1,000 m ³)	Number	Quantity (1,000 m ³)	Number	Quantity (1,000 m ³)
sum	11	1,607	7	742	4	865
Han	2	931	1	459	1	472
Byungmoon	4	554	2	185	2	369
Sanji	3	74	3	74	-	-
Docksa	2	48	1	24	1	24



Fig. 1. View of Han stream retention pond and sampling sites(A,B,C)

담수가 발생한 2012.8.28일 저류지내에서 채수한 시료를 대상으로 소독부산물을 제외한 먹는물 수질검사 전항목에 대해 수질분석을 실시하였다. 3차 수질 모니터링은 2012.8.30일 한천 및 병문천 유입수를 대상으로 실시되었으며, 4차 수질분석은 2012.9.17일 한천 제1 저류지내 구역별 저류수에 대한 수질분석을 실시하였다. 또한, 저류지내 저류수의 침강특성 파악을 위하여 Fig. 1의 A(2012.8.30 채수), B(2012.8.28 채수) 지점에서 저류수 20 L를 채수한 후 24시간 동안 연속으로 침강실험을 실시하였다.

2.2. 분석방법

한천 저류지에 대한 수질조사는 2012년도에 태풍내습으로 150 mm 이상의 강수량을 기록하여 저류지에 저류가 발생한 3회(2012.8.28(제15호 태풍 볼라벤), 2012.8.30(제14호 태풍 덴빈), 2012.9.17(제16호 태풍 산바))와 저류 발생 바로 직전일(2012.8.25) 1회에 걸쳐 실시하였다. 한천의 유출발생은 연 12회 정도이며, 저류지의 저류횟수는 연 3-4회 정도여서 저류지 수질조사가 다소 어려운 실정이다.

수질분석은 소독부산물을 제외한 먹는물 수질검사 전항목(47항목)과, BOD, COD, DO, 전기전도도 등 총 59항목에 대해 실시하였다. 1차 수질분석 시료는 2012.8.25일에 채수되었으며, 당시에는 저류지에 저수가 발생하지 않아 한천 제1 저류지와 화북 저류지의 유입구 인근 삼수천을 대상으로 하천수 수질조사를 실시하였다. 2차 수질 모니터링은 집중호우로 인해 저류지

3. 결과 및 고찰

3.1 저류지 유입수의 수질변동

Fig. 2는 한천 제1 저류지 유입수를 대상으로 실시한 1차 수질모니터링 결과를 나타낸다. 당시에는 태풍의 영향으로 하천에 유출은 발생하였으나, 저류지에 유입될 정도로 많은 강수량이 확보되지 못한 시점이어서 저류지내에서는 채수가 불가능하였으며, 대신 하천수를 대상으로 수질분석을 실시하였다. 수질분석은 2012.8.25일 09:30-17:00까지 30분 간격으로 총 16회 실시하였다.

Fig. 2의 상단 그래프는 시간대별 용존산소(DO), 탁도, SS, 전기전도도(EC), 총용존고형물(TDS)의 농도를 도시하고 있다. 최고 탁도는 31.40 NTU로 다소 낮은 것으로 조사되었다. 당시 한천 상류에 집중호우가 발생하고 이어서 간헐적인 강수가 발생하는 상황으로, 강우현상

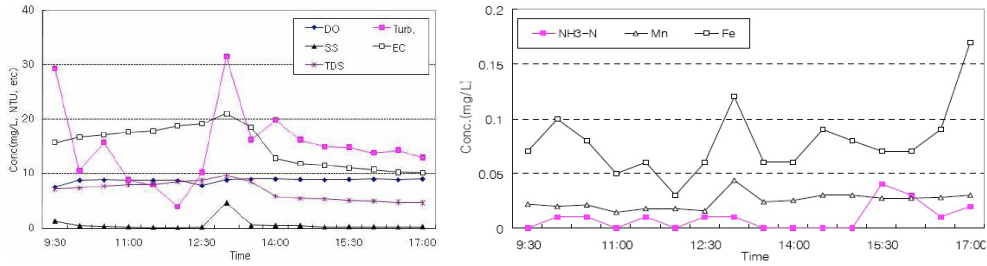


Fig. 2. Inflow water quality of Han stream detention pond #1(2012,8,25).

에 따라 탁도의 증감이 발생하는 것으로 조사되었다. 탁도의 증감과 함께 유사한 경향으로 SS의 증감도 관찰되었고, 용존성 고형물 농도와 전기전도도간에는 유사한 경향을 나타내는 것으로 조사되었다. 하단 그래프는 철, 망간 및 암모니아성질소의 농도 변화를 도시하고 있다. 철, 망간의 경우 모두 먹는물 수질기준 이하로 조사되었으며, 암모니아성질소의 경우에도 매우 낮은 수준으로 검출되었다.

Table 2는 한천과 삼수천(화북천 저류지 유입 하천) 하천수를 대상으로 소독부산물을 제외한 먹는물 수질검사 47항목에 대한 분석 결과 검출된 항목 현황을 나타내고 있다. 수질분석 결과, 17항목에서만 검출되었으며, 대부분의 오염물질은 불검출되는 수준이었다. 일반세균의 경우 한천에서 2,800 CFU/mL, 삼수천에서 410 CFU/mL가 검출되었는데 이는 하천 상류에 다양한 오염원이 존재함을 의미하고 있다. 농약성분은 모두 불검출되었으며, 과망간산칼륨소비량도 2.0 mg/L 미만으로 검출되어 유기물의 농도는 매우 낮은 것으로 평가된다. 불소의 경우에는 먹는물 수질기준 이하기는 하지만 한천 제1 저류지 유입수에서 삼수천보다 높게 검출되었으며, 이는 인위적인 오염원 보다는 지질에 기인한 것으로 추정된다. 질산성질소의 경우 한천이 삼수천 지역보다 높게 나왔는데 이는 상류의 비료 또는 가축분뇨 등의 영향으로 판단된다.

경도는 두 하천 모두 매우 낮게 나왔는데 이는 시료수 중에 칼슘 또는 마그네슘과 같은 2가 양이온의 농도가 낮아서 발생하는 현상으로 관찰

된다. 그 외 다른 수질항목의 경우 대부분 한천과 삼수천에서 유사한 경향을 나타냈다. 일반세균과 질산성질소 측면에서 보면 삼수천보다 한천의 수질이 다소 저하된 것으로 판단할 수 있으나, 이는 선행 강수량, 강우강도 등에 대한 검토와 함께 주기적이고 반복적인 수질 측정을 통해 판단할 수 있을 것으로 생각된다. 이미 알려진 바와 같이 초기유출(first flush)의 경우 고농도의 오염물질을 함유하고 있지만 이후의 유출

Table 2. Water quality of Han stream vs. Samsoo stream(2012,8,25)

No.	Item	Unit	Guideline for tap water	Han stream	Samsoo stream
1	HPC	CFU/mL	100	2,800	410
2	Coliform	/100 mL	N.D.	Detected	Detected
3	E. coli	/100 mL	N.D.	Detected	Detected
4	F	mg/L	1.5	0.41	0.16
5	NH ₃ -N	mg/L	0.5	0.01	0.01
6	NO ₃ -N	mg/L	10	2.2	1.3
7	B	mg/L	1.0	N.D.	0.01
8	Hardness	mg/L	300	3	16
9	KMnO ₄ consumption	mg/L	10	1.7	1.6
10	Color	degree	5	1	2
11	pH	-	5.8-8.5	8.6	8.8
12	Zn	mg/L	3	0.016	0.012
13	Cl ⁻	mg/L	250	3	2
14	TDS	mg/L	500	44	49
15	Turbidity	NTU	1.0	3.07	4.12
16	SO ₄ ²⁻	mg/L	200	3	3
17	Al	mg/L	0.2	0.03	0.02

* N.D. : not detected

강우는 상대적으로 낮은 농도의 오염물질 농도를 갖고 있다.

2012.8.30일에는 저류지 유입부의 하천수를 대상으로 수질조사를 실시하였으며, 결과는 Table 3에 나타내었다. 화북저류지 인근에서 채수한 삼수천 시료가 대부분의 항목에서 높은 값을 나타내었다. 용존산소의 경우 병문천에서 다소 높게 나타났는데, 병문천수에서 수온이 가장 낮은 점을 고려하면 큰 의미를 찾기는 어렵다. 유기물 농도를 의미하는 BOD의 경우 삼수천에서 1.88 mg/L로 한천과 병문천에 비해 각각 5.5, 4.4배 높은 수치로 나타났다. 이는 삼수천의 상류부터 강수가 유하하면서 오염물질에 노출되어 발생하는 현상으로 파악된다.

2012.8.25일 채수한 시료를 대상으로 수질분석한 결과를 나타낸 Table 2의 경우 한천과 삼수천의 수질차이가 크지 않았으며, 오히려 미생물 오염의 지표인 일반세균과 유기물 농도 지표인 과망간산칼륨소비량의 경우 삼수천의 수질이 더 양호한 것으로 나타났는데 이는 해당 유역의 선행강수량, 강우강도, 채수시점 등에 따라 매우 상이할 수 있으므로 확실적인 비교에는 다소 어려움이 있다. 참고로, 한천과 병문천은 약 7 km

이격되어 있으므로 국지성 집중호우 발생시에는 강우사상 및 유출량 등에 현격한 차이가 발생할 수 있다. 한편, 한천과 병문천의 수질을 비교하면 한천의 BOD는 상대적으로 낮고 COD는 높은 것으로 조사되었는데 이는 한천에 철, 망간과 같은 피산화물질의 농도도 높고 SS도 높아서 나타나는 현상으로 추정된다.

3.2 저류지내에서 입자물질 침강특성

저류지내 유입수의 탁도 침강성 조사를 위하여 한천 제1 저류지 1지의 유입수 20 L를 Fig. 1의 A,B 지점에서 채수한 후 실험실에서 시간 변동에 따른 입자의 침강성을 조사하였으며, Fig. 3은 시간에 따른 시료수의 잔류탁도 분석결과를 보여주고 있다. 일반적으로 저류지는 대형 침전지와 유사한 기능을 수행하므로, 오염물질이 제거되는 주요 기작은 결국 침강현상이며, 이러한 현상의 결과로 주요 비점오염물질인 토사를 포함한 입자성 물질이 제거되는 것으로 판단된다.

집중호우에 의한 고탁도 물질의 침전은 초기에는 전형적인 독립침강(discrete settling)의 형태를 보이므로 신속하게 침전이 발생하고 이후 침강속도가 둔화되는 특성을 보이고 있다. Fig. 3에서도 이와 유사한 입자의 침강특성을 보이나 시료 채취위치에 따라 다른 특성을 보인다. B 지점에서 채수한 경우 침강실험 초기의 탁도 하강이 예상보다 완만한데, 이는 한천 제1 저류지 1지의 유출부 인근에서 시료를 채수하여 이미 1지내에서 침강속도가 상대적으로 큰 상당량

Table 3. Water quality of streams(Han, Byungmoon, Samsoo-stream)(2012.8.30)

Classification	Han stream	Byungmoon Stream	Samsoo Stream
DO (mg/L)	8.39	8.43	8.35
Temp (°C)	24.5	23.9	24.8
BOD (mg/L)	0.34	0.43	1.88
COD (mg/L)	4.21	3.81	8.22
NH ₃ -N (mg/L)	N.D.	N.D.	0.04
NO ₃ -N (mg/L)	0.4	0.5	0.7
Mn (mg/L)	0.050	0.033	0.082
Fe (mg/L)	0.38	0.09	0.62
Turbidity (NTU)	26.7	4.1	33.7
SS (mg/L)	20	4	13
EC (μs/cm)	24.1	28.9	43.9
TDS (mg/L)	12.37	13.59	20.59
Cu (mg/L)	0.01	0.01	0.02

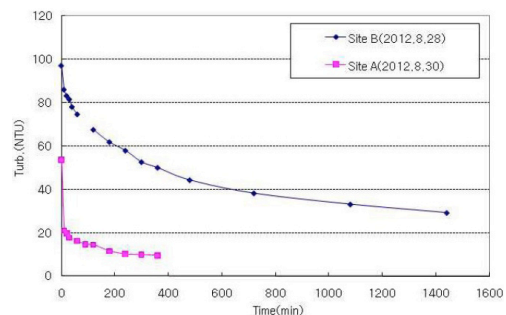


Fig. 3. Particle settling characteristics in Han stream retention pond

의 고형물이 침전하여 입자의 침강속도가 다소 둔화된 것으로 판단된다. 초기 실험시 유입수의 탁도가 97.0 NTU였으나, 60분 이후에는 74.6 NTU로 완만하게 감소하여 전체적으로는 14.9%의 고형물 제거율을 나타내었으며, 24시간 후에는 29.2 NTU로 낮아져 제거율은 69.9%를 나타내었다. 그러나 저류지 유입부인 A 지점에서 채수한 경우는 많은 조대입자를 포함하고 있어 단시간에 급격한 침강이 발생하고 이후 완만한 침강특성을 나타내고 있다. 한편, 저류지를 지속적으로 사용할수록 탁질물질이 저류지 바닥에 퇴적되므로 주기적인 퇴적물 배제가 필요하며, 실제로 관할 행정부서에서 주기적으로 토사배제 작업을 실시하고 있다.

3.3 저류지내에서의 수질변동

한천 제1 저류지는 3개의 소형지가 직렬로 연결되어 있는데 상류부터 1지로 편의상 구분하였다(Fig. 1 참조). Table 4는 한천 제1 저류지내의 1,3지에서 채수한 시료의 소독부산물물 제외 한 먹는물 수질검사(47항목) 분석 결과를 나타내고 있다. 검출된 물질은 총 16항목으로 검출률은 34% 수준이다. 검출된 물질중에서 보존

성 물질로 분류될 수 있는 보존, 경도, 염소이온 등은 변화율이 미미하였으나, 유기물의 지표인 과망간산칼륨소비량의 경우 일정한 수질의 하천수가 지속적으로 유입되었다고 가정할 경우, 1지와 3지간에는 약 절반 수준으로 농도가 감소하는 효과가 있는 것으로 판단된다. 일반적으로 저류지내에서는 중력에 의한 침강효과가 발생하므로 입자성 물질의 경우 상대적으로 높은 제거효율을 기대할 수 있으나, 용존성 물질 또는 콜로이드 입자의 경우는 높은 제거율을 기대하기가 어렵다.

1,3지의 수질을 비교함에 있어서는 동일한 수질의 유입수가 1,3지에 시차를 두고 유입되었을 경우 1→2→3지의 순서로 유하하면서 많은 고형물의 제거가 이루어 질 것으로 예측할 수 있다. 그러나 일정농도 이상으로 검출된 16항목에 대해 1,3지 간의 농도 변화율을 분석한 결과, Fig. 2에 나타난 바와 같이 저류지 유입수의 수질이 시간에 따라 변하기 때문에 저류지내에서의 지(池)간 수질변화를 고찰하는데 많은 어려움이 있다.

2012.9.17일에는 제16호 태풍 산바의 영향으로 한천 제1 저류지에 담수가 발생하였으며, 제1 저류지내 1지와 3지의 수질조사를 위하여 12:30-14:00 동안 30분 간격으로 4회의 수질 분석을 실시하였다. 12:30분에 수질분석이 동시에 시작되었지만 1지와 3지간에는 상당한 지체시간이 존재하므로 동일 조건에서 수질을 비교하기에는 무리가 있다. 하류인 3지의 탁도는 12:30분에 무려 648 NTU를 나타내었으나, 상류인 1지의 경우에는 49.50 NTU로 유입수의 탁도에 많은 변화가 있음을 알 수 있다.

한천 제1 저류지 1지에서 시료를 채수하여 실험실 조건에서 24시간 동안의 잔류탁도를 도시한 Fig. 3에서 24시간 후에 시료의 탁도는 69.9% 감소하였으나, 12:30분 측정자료의 경우에는 1지 유입수의 탁도가 3지 유입수 탁도의 9.4%에 불과한 것으로 조사되었다. 이는 3지에 유입

Table 4. Water quality in detention pond no. 1 vs. no 3(2012.8.28)

Parameter	No. 1(A)	No. 3(B)	Removal(%) (A-B)/A×100
HPC (CFU/mL)	14,000	11,000	21.4
B (mg/L)	0.12	0.16	-33.3
Hardness (mg/L)	7	6	14.3
KMnO ₄ (mg/L)	18.7	8.8	52.9
Color	6	7	-16.7
pH	6.2	6.2	0.0
Zn (mg/L)	0.014	0.010	28.6
Cl ⁻ (mg/L)	6	5	16.7
TDS (mg/L)	120	83	30.8
Fe (mg/L)	3.27	2.03	37.9
Mn (mg/L)	0.089	0.05	43.8
Turbidity (NTU)	78.1	59.3	24.1
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	2	불검출	-
Al (mg/L)	6.19	3.31	46.5

된 유입수의 탁도가 최초 1지에 유입되었을 경우에는 2,000 NTU를 상회하였을 것으로 추정되며, 이러한 고탁도는 2008.6.18일에 한천 하류의 유출수를 대상으로 분석한 시료에서도 관찰된 바 있다(박원배, 2009).

Table 5에서 Ratio는 항목별로 1지의 평균농도를 3지의 평균농도로 나눈 비율이다. DO, pH, 전기전도도의 경우 큰 변화가 없으나, T-N, 탁도, SS의 경우에는 1지의 농도가 3지 농도의 약 10 % 내외이다. 이는 저류지내 침강물을 배제하더라도 최초에 유입된 유입수의 수질이 1지의 수질보다 약 10배 정도의 오염물농도가 높은 것을 의미한다. 이는 하류에 위치한 저류지(3지)에서의 수질이 상류 저류지(1지)의 수질보다 불량한 것을 의미한다.

따라서, 양질의 강수를 지하 함양하기 위해서는 하천수의 수량뿐만 아니라 수질을 고려하여 저류지 유입수문을 개폐하는 노력이 필요할 것으로 판단된다. 즉 피크강우의 저류뿐만 아니라 피크 오염부하의 저감 방안에 대한 연구점토도 필요하다. 양질의 우수를 지하로 함양하기 위해서는 인위적인 장치를 이용하여 저류지 유입수내 오염물의 농도 저감이 필요한데 이를 위해 추가

적인 고액분리 시설의 설치도 고려할 수 있다.

한편, 저류지 유입수질의 특성 분석 및 지하수 인공함양수의 원수 수질특성 평가 등을 위하여 주기적인 저류지 유입수에 대한 수질모니터링이 필요하며, 모니터링 항목은 하천수 수질 측정항목을 기본으로 하여 현장 여건에 맞춰 가감할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

제주시 한천 및 한천 저류지를 대상으로 수질 모니터링을 통해 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 저류지 유입 하천에 대한 수질조사 결과는 선행 강수량에 따라 매우 다양한 수질특성을 나타내었으며, 인위적인 오염원이 적은 지리적 특성상 농약류는 검출되지 않았으며, 유기물의 농도도 매우 낮은 것으로 조사되었다.
2. 저류지내에서의 입자물질 침강특성을 분석한 결과 매우 완만한 침전 형태를 보였는데 이는 저류지 유입부에서 급격한 유속의 감소로 많은 침전이 발생하여 나타나는 현상으로 파악된다.

Table 5. Water quality in detention pond no. 1 vs. no 3(2012.9.17)

Parameters	No. 1(A)					No. 3(B)					Ratio(%) (A/B×100)
	12:30	13:00	13:30	14:00	Ave.	12:30	13:00	13:30	14:00	Ave.	
DO (mg/L)	8.93	9.15	9.22	9.22	9.13	9.04	9.19	9.28	9.32	9.21	99.2
pH	7.14	7.13	7.09	7.09	7.11	6.58	7.19	7.18	7.22	7.04	101.0
Temp (℃)	19.70	18.50	18.70	18.70	18.90	19.10	18.60	19.00	19.20	18.98	99.6
BOD (mg/L)	0.23	0.44	0.53	0.53	0.43	0.57	0.67	0.80	0.73	0.69	62.5
COD (mg/L)	8.60	4.60	3.20	3.20	4.90	24.00	12.00	14.00	10.00	15.00	32.7
T-N (mg/L)	0.20	0.10	0.10	0.10	0.13	2.10	1.00	1.30	1.00	1.35	9.3
Mn (mg/L)	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.73	0.78	10.8
Fe (mg/L)	0.36	0.28	0.16	0.16	0.24	6.00	4.60	4.60	3.60	4.70	5.1
Turb. (NTU)	49.5	44.8	27.6	27.6	37.4	648.0	616.0	589.0	469.0	580.5	6.4
SS (mg/L)	54	66	50	50	55	577	470	430	360	459	12.0
EC (μs/cm)	16.54	17.16	17.66	17.66	17.26	23.20	13.84	15.10	14.53	16.67	103.5
TDS (mg/L)	7.75	7.97	8.21	8.21	8.04	6.40	6.37	6.52	6.68	6.49	123.8

3. 저류지내에서 체류시간에 따른 오염물질의 농도를 분석한 결과 체류시간과 수질간에 상관관계가 매우 낮았는데, 이는 피크유량이 저류지에 유입될 경우 동시에 고농도의 수질이 유입되어 나타나는 현상으로 파악된다. 한천 제1 저류지는 침투지의 역할도 겸하고 있으므로, 저류지에서 오염물질 저감기능을 극대화하기 위해서는 하천수 수질변동에 따른 저류지 유입유입량 제어가 필요한 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥 연구비 지원사업에 의하여 연구되었음

참고문헌

1. 국토해양부 (2010) 한국하천일람.
2. 김진근 (2012) 제주지역 비점오염원 관리체계 구축을 위한 하천정비사업 및 배수개선사업 저류지 수질 모니터링, 제주녹색환경지원센터.
3. 박원배 (2009) 제주지역 하천유출수 활용을 위한 수문 및 수질특성 기초연구, 제주발전연구원.
4. 박원배 (2011) 제주지역 저류지의 활용방안 연구, 제주발전연구원.
5. 오건홍, 박기범, 장인수 (2008) 재해저류지 위치결정과 용량결정 과정에 관한 연구, 한국환경과학회지, 17(6), 601-609.
6. 제주도 (2009) 한천수계별 유역종합치수계획 수립 보고서.
7. 제주도 (2012) 통계연보.
8. 제주도 (2013) 수자원본부홈페이지(<http://www.jejuwater.go.kr/>).
9. 제주지방기상청 (2013) <http://web.kma.go.kr>.
10. 최치현, 최대규, 이재관, 김상단 (2011) 도시 물 순환 건전성을 위한 우수지와 침투기반 저류지의 복합설계기법, 대한환경공학회지, 33(1), 1-8.