

심의안건	
심 의 연월일	2018. 11. 27.

북한강 수질개선을 위한 저수량 활용(안)

한강권역 댐·보 등의 연계운영협의회

제 출 자	환경부 한강유역환경청
제출년월일	2018. 11. 26

## 제35회 한강수계 댐·보 등의 연계운영협의회

### 북한강 수질개선을 위한 저수량 활용(안)

2018. 11. 27

## 한강수계 댐·보 등의 연계운영협의회

### 1. 심의사항

□ 한강수계 『북한강 수질개선을 위한 저수량 활용(안)』에 대하여 심의·의결함

### 2. 제안이유

□ 북한강 상류댐 방류량 증가를 통한 팔당호 맛냄새물질 농도 저감

### 3. 주요내용

□ 추진배경

- 최근 북한강 및 팔당호에 맛냄새물질(2-MIB\*)이 고농도로 급증하여 수도권지역 정수처리에 어려움 발생, 이에 따른 주민민원 증가

( \* 2-MIB : 조류가 배출하는 부산물로, 흙·곰팡이냄새 유발, 민감군에서는 0.01 $\mu\text{g/L}$  감지, 먹는물 감시기준 0.02 $\mu\text{g/L}$ )

□ 현황 및 문제점

- (2-MIB 발생현황) 최근(11.12~) 팔당호 냄새유발 물질(2-MIB) 농도가 먹는물 감시기준을 지속 초과하고 있음

- (원인) 의암호 등 북한강에서 냄새를 유발하는 저온성 조류인 슈드아나베나가 강우(11.7~9) 시 팔당호로 유입.증가한 것으로 추정

- 팔당 광역취수장 ※ 11.15일 이후 2-MIB농도 0.1 $\mu\text{g/L}$  초과, 고농도 지속

조사항목	채수일	11.7	11.12	11.15	11.17	11.19	11.21	11.22	11.23	11.24
2-MIB ( $\mu\text{g/L}$ )		0.009	0.039	0.102	0.115	0.115	0.151	0.122	0.160	0.152
슈드아나베나(cells/ml)		1,192	2,178	-	337	246	1,574	3,255	4,908	3,299

- 팔당호 및 북한강 수계

(단위:  $\mu\text{g/L}$ , cells/ml)

구분		10.29	11.5	11.12	11.19	11.20	11.21	11.22	11.23	11.24
신연교 (의암댐 내)	2-MIB	0.164	0.287	0.078	0.008	-	-	-	-	-
	슈드아나베나	960	1,270	210	230	-	-	-	-	-
삼봉	2-MIB	0.012	0.015	0.225	0.189	0.148	0.126	0.106	0.095	0.074
	슈드아나베나	0	0	330	1,140	3,100	3,420	3,220	4,220	3,930
댐앞	2-MIB	0.012	0.015	0.225	0.189	0.148	0.126	0.106	0.100	0.083
	슈드아나베나	0	0	0	940	2,140	1,740	1,980	4,290	1,100

- (정수장 현황) 한강분류 38개 정수장 중 일반정수처리시설\* 16개소 (인천3, 경기12, 수공1) 먹는물 감시기준(0.02 $\mu\text{g/L}$ ) 초과

\* 한강수계 38개 정수장 중 20개소가 일반정수처리시설, 4개소 자료 미제공  
- 기준 초과 지역(부천, 안양, 인천 등) 다수 민원 발생

- (문제점) 일반정수처리시설(약품투입→침전→모래여과)의 2-MIB 제거율 (분말활성탄 추가투입)은 30~50%로, 2-MIB 제거에 한계  
- 고도정수처리시설(오존, 활성탄 등)에서도 동절기(10 $^{\circ}\text{C}$ 이하)에는 처리율 저하로 고농도(0.1 $\mu\text{g/L}$ 이상) 유입 시 먹는물 감시기준 초과 우려

#### □ 대응방향

- 수질이 양호한 북한강상류 소양강댐 등 추가 방류를 통해 팔당호와 북한강 하류의 고농도 맛냄새물질 저감  
- 국립환경과학원 분석 결과, 일평균 144m<sup>3</sup>/s 추가방류 시 2-MIB 감시기준에 도달하는 시간을 약 15일(27일→12일) 단축할 수 있음  
※ 소양강댐·충주댐 144m<sup>3</sup>/s 추가방류 시 누적방류량 149.3m<sup>3</sup>/s

#### 4. 협조사항

- 북한강 수질개선을 위한 소양강댐 등 북한강 상류 댐 저수량 활용 (안) 의결 요청
- 각 기관은 급회 추가방류 계획에 대해 관련 지자체 및 산하기관 등에 통보 조치

붙임 1. 북한강 수질개선을 위한 저수량 활용 검토(국립환경과학원) 1부.  
2. 용어 설명. 끝.

### 붙임 1

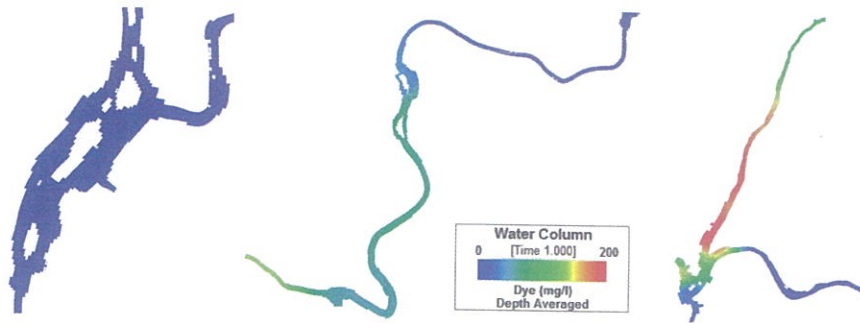
### 북한강 상류댐 저수량 활용 검토(국립환경과학원)

#### □ 개요

- (배경) 최근 강우\* 이후, 팔당호 냄새유발 물질(2-MIB) 농도 급증  
\* 청평댐유역 평균 강우량 : 약 140 mm ('18.11.7.~9.) <출처 : 국가수자원관리 종합정보시스템(WAMIS)>
- (추진 목적) 북한강 상류댐(소양강댐 및 충주댐) 추가 방류를 통하여 팔당호와 북한강 하류 구간에서 집중적으로 검출되고 있는 이취미 물질을 보다 빠르게 수계에서 배제하기 위함  
- 팔당 취수장에서 2-MIB 먹는 물 감시 기준(0.02  $\mu\text{g/L}$ )을 만족하기 위하여 소요되는 상류댐 추가방류량을 수치모의를 통해 산정

#### □ 분석 방법

- (적용 모델) 다차원 수리·수질예측모델 EFDC-NIER  
\* 의암~청평호 구간 : 2차원 / 팔당호 구간 : 3차원
- (분석 기간) 현재부터 45일 후  
\* 소양강댐 직하류에서 팔당댐 직상류까지 현재의 물 흐름 조건이 향후 동일하게 유지된다는 가정에서 평균체류시간은 약 40여일로 추정
- (분석 방법) 현재의 물 흐름 조건을 기반으로 구축된 수리동역학 모델에 염료(dye)를 추가한 후, 상류댐 방류량을 증대시키면서 북한강~팔당호 주요 지점(특히, 팔당 취수장)에서 염료 농도 비교
- (주요 가정)
  - ① 북한강~팔당호 구간에서 현재 검출되고 있는 2-MIB 농도\*를 단순 염료 농도로 간주하여 2-MIB의 공간 분포 재현<그림 1>  
\* 한강물환경연구소(11.19일) 및 K-water(11.20일) 최근 관측값 기준
  - ② 남조류(슈드아나베나) 증감 등에 따른 내부적 변화 미고려  
\* 현재 슈드아나베나 개체수 또는 그 대사산물(2-MIB) 농도를 직접 모의 불가



(a) 의암호 (b) 청평호 (c) 팔당호  
 <그림 1> 염료로 모의된 2-MIB 농도 분포(11.19~20일 최근 관측값 기준)

- ③ 소양강댐/춘천댐 방류수와 가평천, 홍천강 등 주요 지류로부터 유입되는 물에는 2-MIB가 없다고 가정(추가적인 외부 유입 미반영)  
 \* 세월교, 신매대교 최근 2-MIB 관측값 : Not Detected (11.19, 한물연)
- ④ 수문기상 및 물 흐름은 현재 수준 유지 가정(정상상태 모의)  
 ※ 단, 소양강 및 춘천댐 방류량만 증가시키면서 비교 시나리오 모의 수행
- ⑤ flushing 효과를 극대화하기 위하여 소양강 및 춘천댐 방류와 동시에 하류댐(의암, 청평, 팔당댐)에서도 추가되는 유입량만큼 증가 방류하는 조건 적용

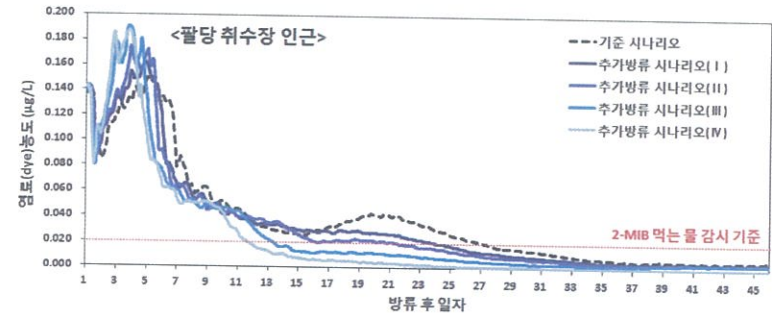
○ (시나리오 구성) 소양강댐 및 춘천댐 추가방류량에 따라 구분

구분	소양강댐 총방류량 (m <sup>3</sup> /s)	춘천댐 총방류량 (m <sup>3</sup> /s)
기준 시나리오 (現 상태 유지)	80.0'	5.9'
추가방류 시나리오 (I) (소양강댐만 +30 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	110.0	5.9
추가방류 시나리오 (II) (소양강댐만 +50 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	130.0	5.9
추가방류 시나리오 (III) (소양강댐만 +100 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	180.0	5.9
추가방류 시나리오 (IV) (소양강댐 +120 m <sup>3</sup> /s 추가방류, 춘천댐 +24 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	200.0	29.9

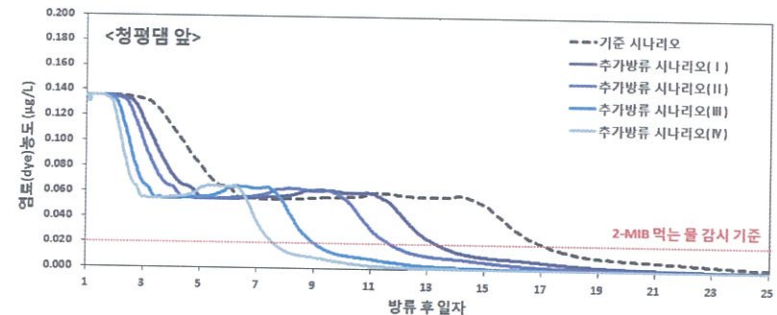
\* '18.11.15~19일 평균값

□ 분석 결과

- (자연 저감 가능성) 최근의 2-MIB 농도 분포를 바탕으로 본 분석 조건에 따라 모의할 경우, 2-MIB의 농도는 점차 자연 감소할 것으로 예상됨<그림 2, 3 참조>
- 現 상태 유지시, 팔당 취수장에서 2-MIB 먹는 물 감시기준 농도 (0.02 µg/L) 이하로 내려가는 시기는 **대략 27일** 전후로 전망됨  
 \* 이는 단순한 이류-확산 수치모델링 결과로 2-MIB 발생 및 거동 특성에 대한 담수생태전문가들의 의견과 상이할 수 있음
- (기준 달성 소요시간) 추가방류 시나리오(I)~(IV) 적용시, 팔당 취수장에서 2-MIB 먹는 물 감시 기준 농도(0.02 µg/L)를 만족시키는 방류 후 경과시간은 각각 25일, 21일, 13일, 12일로 분석됨<붙임1-1 참조>  
 \* (청평호 앞) 추가방류 시나리오(IV) 적용시, 감시 기준에 도달하는 시간을 약 9일 (17일 → 8일) 단축



<그림 2> 팔당 취수장에서의 염료로 모의된 2-MIB 농도 변화



<그림 3> 청평댐 앞(청평댐1)에서의 염료로 모의된 2-MIB 농도 변화

○ (추가 방류량) 기준 달성 소요 시간을 고려하여 시나리오별로 산정

구분	상류댐 총방류량 (m <sup>3</sup> /s)		기준 달성 소요 시간(일)	추가 방류 누적 총량(백만톤)
	소양강댐	춘천댐		
기준 시나리오 (現 상태 유지)	소양강댐	80.0	27	-
	춘천댐	5.9		
추가방류 시나리오 (I) (소양강댐만 +30 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	소양강댐	110.0	25	64.8
	춘천댐	5.9		
추가방류 시나리오 (II) (소양강댐만 +50 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	소양강댐	130.0	21	90.7
	춘천댐	5.9		
추가방류 시나리오 (III) (소양강댐만 +100 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	소양강댐	180.0	13	112.3
	춘천댐	5.9		
추가방류 시나리오 (IV) (소양강댐 +120 m <sup>3</sup> /s 추가방류, 춘천댐 +24 m <sup>3</sup> /s 추가방류)	소양강댐	200.0	12	149.3
	춘천댐	29.9		

**붙임 1-1**

**시나리오별 염료(2-MIB) 농도 변화 비교**

단위 : 염료(2-MIB) 농도(μg/L)

방류 후 경과일 (日)	기준 시나리오	추가방류 시나리오 (I)	추가방류 시나리오 (II)	추가방류 시나리오 (III)	추가방류 시나리오 (IV)
1	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144
2	0.111	0.119	0.123	0.135	0.106
3	0.125	0.140	0.147	0.171	0.164
4	0.136	0.152	0.155	0.173	0.176
5	0.149	0.145	0.137	0.085	0.101
6	0.129	0.080	0.070	0.064	0.064
7	0.078	0.065	0.061	0.051	0.053
8	0.060	0.056	0.056	0.046	0.050
9	0.048	0.049	0.050	0.046	0.051
10	0.045	0.043	0.045	0.045	0.043
11	0.041	0.038	0.040	0.038	0.027
12	0.032	0.034	0.038	0.025	<b>0.017</b>
13	0.029	0.033	0.036	<b>0.018</b>	0.013
14	0.027	0.030	0.029	0.014	0.010
15	0.026	0.029	0.023	0.012	0.007
17	0.033	0.029	0.022	0.012	0.006
19	0.041	0.027	0.021	0.012	0.004
21	0.041	0.026	<b>0.019</b>	0.010	0.003
23	0.033	0.021	0.016	0.009	0.002
25	0.025	<b>0.016</b>	0.013	0.007	0.001
27	<b>0.019</b>	0.013	0.009	0.005	0.001
29	0.015	0.010	0.008	0.004	0.001

**붙임 2****용어 설명**

- **2-MIB(2-methylisoborenol)** : 지오스민(Geosmin)과 함께 물에서 냄새를 유발하는 대표적인 물질로서 심미적 불쾌감을 일으키고 인체 유해성은 없으며 휘발성이 강한 물질임. 방선균이나 남조류에 의해 주로 생성되는 것으로 알려져 있으며 국내 먹는물 수질 감시 항목으로 권고기준 20ng/L 이하로 규정 관리함
- **슈드아나베나(Pseudanabaena)** : 남조류의 한 종류로 한강 상수원 구간에서는 2-MIB 생산 남조류 중 가장 우점하며 연중 검출되고 있고, 2016년부터 2017년에 저수온기인 11월~1월에 농도가 높아지는 경향을 나타냄
- **먹는물 감시기준** : 먹는물 수질기준이 설정되어 있지 않으나 먹는물의 안전성 확보를 위하여 먹는물 중의 함유실태조사 등의 감시가 필요한 물질로서, 물질의 인체 위해도를 근거로 평생 섭취하여도 건강에 위해를 끼치지 않는 수준으로 설정한 수질관리 목표값임