

# 소양호 유역 비점오염원관리대책

2010. 6.



강원도  
GANGWON PROVINCE

# CONTENTS

1. 소양강댐 탁수저감대책('07.3)
2. 소양호 유역 특성
  - 흙탕물 원인 / 하천수질 / 토사발생량
3. 비점오염원 관리대책 추진
  - 예방대책 / 저감사업 등
4. 토사유출 저감효과
5. 향후 계획

# 1. 소양강댐 탁수저감대책

## 1.1 사업 개요

### ● 추진 배경

- 2006.7월, 태풍 '에위니아'에 의한 영향으로 소양강댐 9개월간 흙탕물 방류

### ● 사업 기간

- 2007-2013년 (7년차 사업)

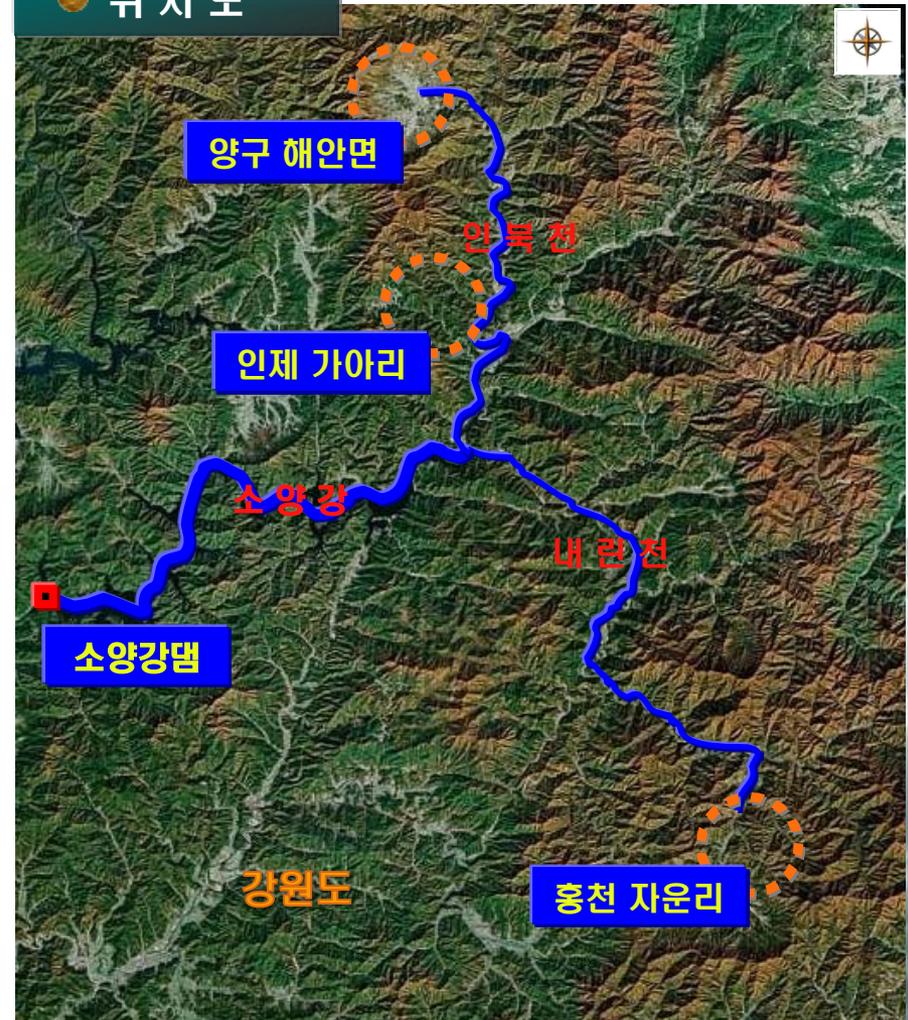
### ● 사업비

- 총 4,452억원(당초 3,859억원)
- ※ 선택취수, 농지매입 등 593억원 추가 소요

### ● 주요 대책

- 댐내대책 : 방류설비 개량, 어족보호,  
(4개 사업) 탁수자동측정 (1,396억원)
- 유역대책 : 경작개선 및 정비, 산림복원  
(7개 사업) 산사태 등 예방 (2,464억원)
- 하천정비 : 제방, 호안정비, 저감시설  
(2개 사업) 등 설치 (592억원)

### ● 위치도



# 1. 소양강댐 탁수저감대책

## 1.2 그간 추진실적 ('07-'09)

● 시설대책 : 12개 분야 - 986억원

< 유역 대책(9종) : 891억원 >

① 받기반정비 - 9지구 550ha (168억원)

② 농업용저수지 - 1개소 94% 공정 (71억원)

③ 사방댐 - 총 42개소 (101억원)

④ 임도구조개량 - 59km (39억원)

⑤ 고랭지밭 비점저감사업 - 283ha (154억원)

⑥ 지방하천정비 등 - 4.46km (128억원)

⑦ 댐유역숲가꾸기,산지매입-14,021ha(160억원)

⑧ 녹비재배사업 - 4,878ha (9억원)

⑨ 소하천정비사업 - 13개소 15.9km (61억원)

※ 2010년, 11개 사업 544억원 추진

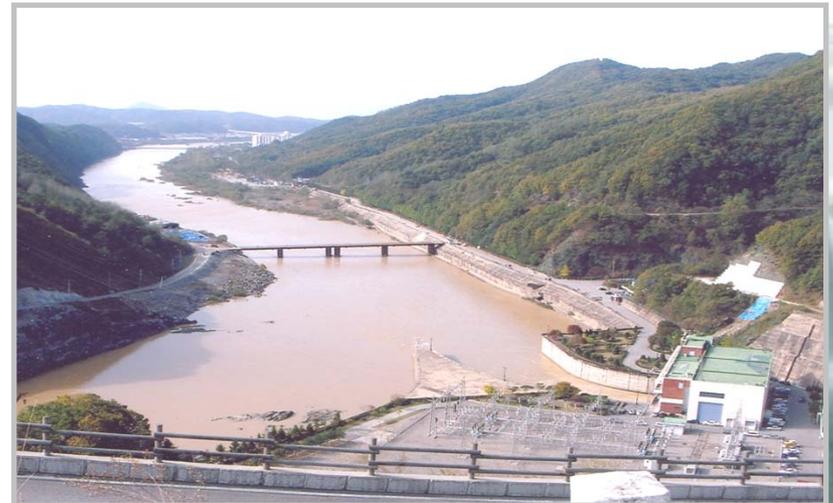
< 댐내 대책(3종) : 95억원 >

⑩ 방류설비개량 - 09.11월 착공 (73억원)

⑪ 어족보호사업 - 산란장 6개소 (16억원)

⑫ 탁수자동측정장치 - 6개소 (6억원)

⑬ 탁수 일시배제시설 - 미확정



# 1. 소양강댐 탁수저감대책

## 1.2 그간 추진실적 (01-09)

### ● 제도개선 및 관리대책

① 수생태계 건강성조사

■ 소양호 유역 지표식물, 서식환경, 수변식생 등 (26지점)

② 도로건설공사 기준 강화

■ 환경친화적 도로건설지침 작성 - 산악지 도로 설계매뉴얼 (07.7월)

③ 비점오염원관리지역 지정

■ 관리대책 수립 (07.12월), 지정면적 : 2,227.8km<sup>2</sup> (07.8월)

④ 사전재해영향성검토 협의

■ 임도설치, 산지개발 등 추진시 재해예방대책 수립 협의

⑤ 농림사업시행지침 보완

■ 토사유출 방지시설 설치 기준단가 산설 (3,900만원, 07.12월)

⑥ 고랭지밭 객토사업 억제

■ 토사 채취 허가기간 단축 (10년 → 1년, 07.7월)

⑦ 홍보 교육프로그램 보급

■ 동영상 '깨끗한 물, 생명의 흙' (07.12월)

⑧ 댐 운영방법 개선

■ 흙탕물 조기 배출 : 06년 9개월 ⇒ 07-09년 2-3개월

⑨ 불법경작행위 지도단속

■ 지도점검 88회 ⇒ 적발 12건 (산지전용 9, 무허가 벌채 등 3)

⑩ 급경사 농지 감축방안

■ 토지매입 14.5ha-19.7억원, 산지전용 제한구역 지정 주민반대 미추진

※ 고랭지밭 재배작목전환

■ 과수작목전환 351천 m<sup>2</sup>, 10억원

## 2. 소양호 유역 특성

### 2.1 휴탕물 발생 주요지구

#### ● 소양호 유역 분할

SWAT 모델을 이용, 소양호 유역을 29개 소유역으로 구분

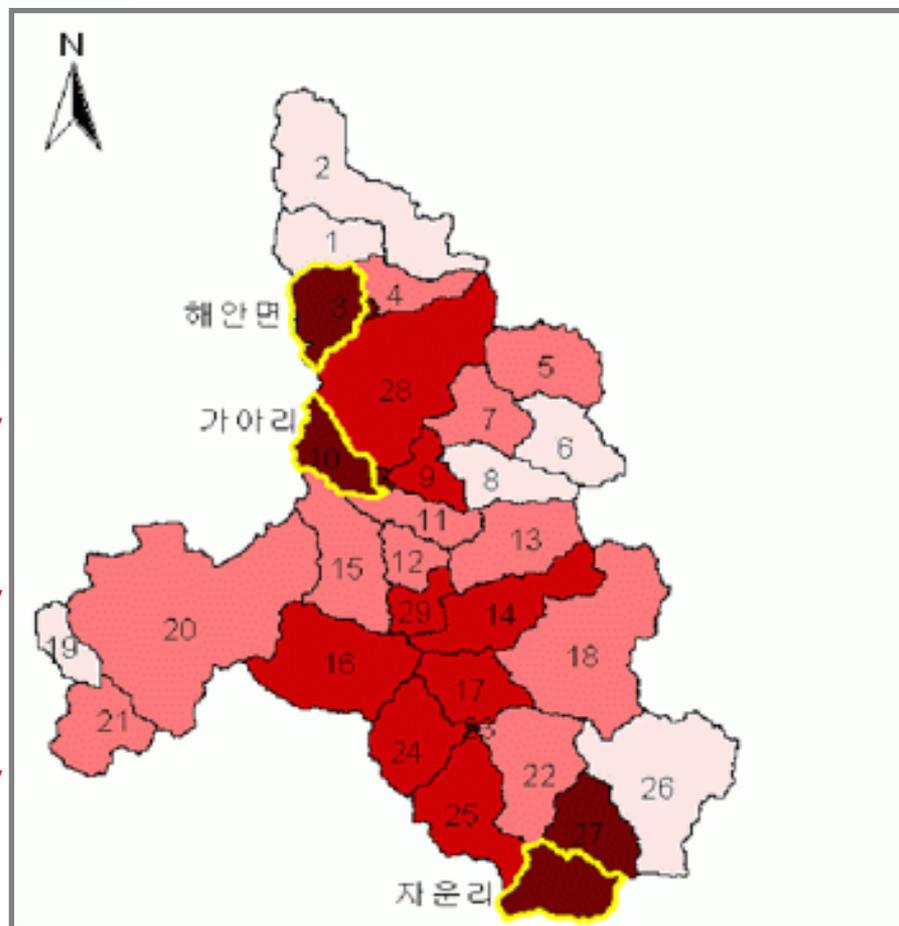
<SWAT 모델 : 미국 농무성 유역단위모델>

#### ● 유역별 토사유실량

■ 자운리(홍천) **23.6ton/ha/년**

■ 해안면(양구) **39.2ton/ha/년**

■ 가아리(인제) **5.3ton/ha/년**



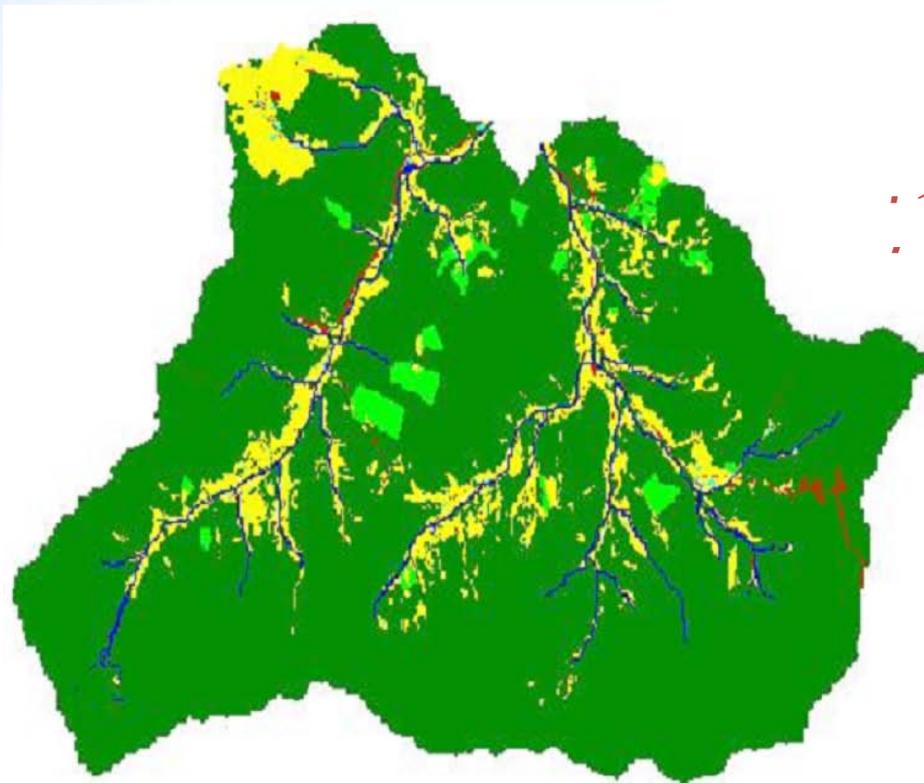
## 2. 소양호 유역 특성

### 2.1 휴탕물 발생 주요지구

#### ● 홍천군 자운지구

■ 총면적 : 69.73km<sup>2</sup>

산림 85.15%, 농경지 10.11%, 수역 2.03%, 초지 1.6% 등



#### <농경지>

- 실측경사도 11~55%
- 경사장 10~488m



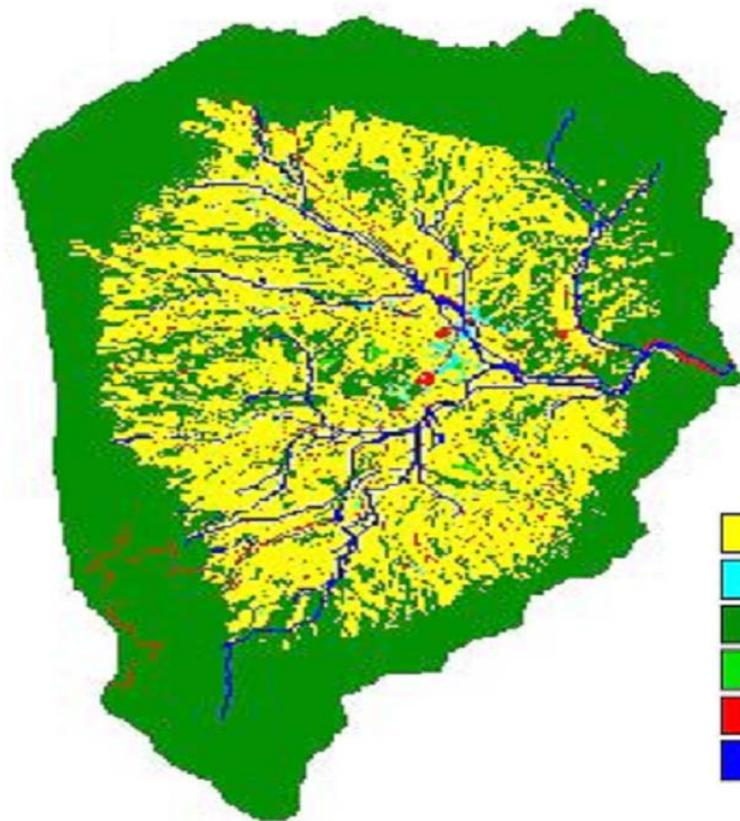
## 2. 소양호 유역 특성

### 2.1 휴탕물 발생 주요지구

#### ● 양구군 해안지구

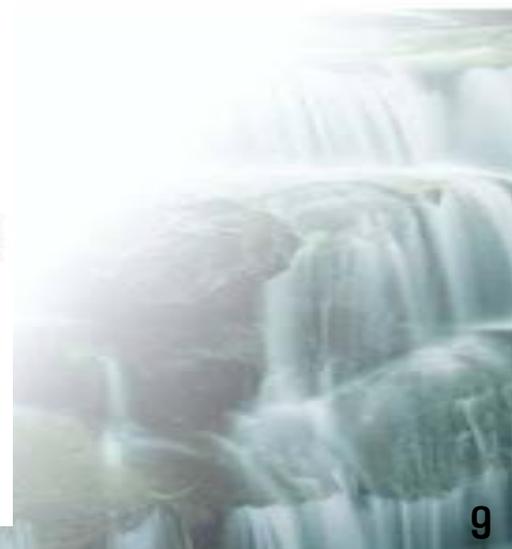
■ 총면적 : 61.78km<sup>2</sup>

산림 58.8%, 농경지 37.2%, 시가화 1.9%, 수역 1.3% 등



#### <농경지>

- 실측경사도 1~46%
- 경사장 10~99m



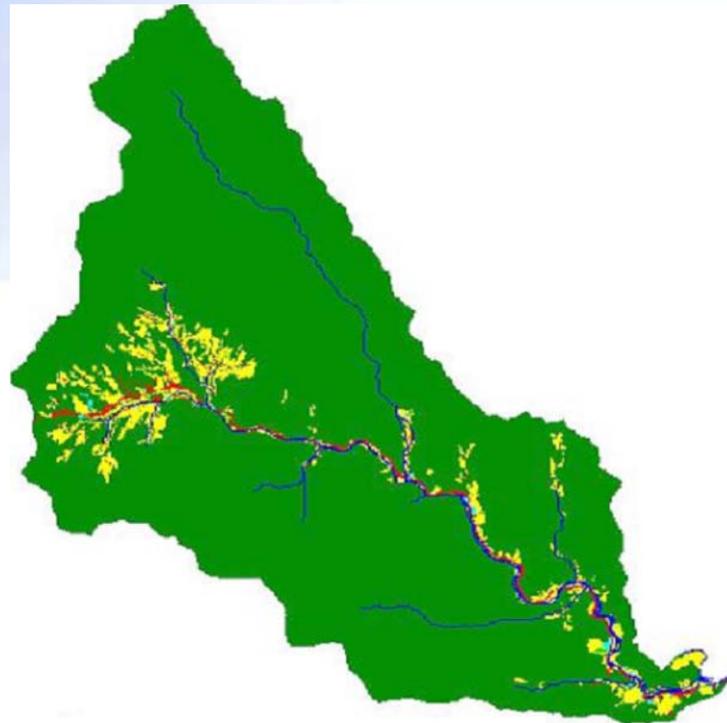
## 2. 소양호 유역 특성

### 2.1 휴탕물 발생 주요지구

#### ● 인제군 가아지구

■ 총면적 : 48.20km<sup>2</sup>

산림 92.76%, 농경지 5.2%, 시가화 1.1%, 수역 0.7% 등



#### <농경지>

- 실측경사도 28~58%
- 경사장 10~51m



## 2. 소양호 유역 특성

### 2.2 휴탕물 발생원인

#### ● 고랭지 경작지

경작지 규모  
확대 [기계화]

임야 사면증가  
[산지개간]

밭두렁, 배수로 훼손



자운리 - 홍천



자운리 - 홍천

고랭지 채소  
(재배 확대)

과다 객토  
(토양특성 미반영)

강우시 토사 유출



자운리 - 홍천



자운리 - 홍천

## 2. 소양호 유역 특성

### 2.2 휴탕물 발생원인

#### 하천, 수변 특성

하천 변  
(식생 훼손)

급 경사  
(빠른 유속)



하천세굴  
토사유실



중조항천 - 홍천



용수골천 - 인제

하상, 제방  
(지반 불안정)

하천 흐름  
(간헐적, 건천)



협곡침식  
발생



내동천(상류) - 양구



내동천(하류) - 양구

# 3. 정비사업 평가

## 2.3 하천 호소 수질변화

● 고랭지 지역 하천은 산지하천으로 비 강우시 대부분 I a등급 유지

■ 고랭지 하류지역 소하천은, 대부분 BOD 1.0mg/L 이하로 분석(2009년도) 되었으며, T-N, T-P의 경우는 경작지 및 주변 환경에 따라 큰 편차를 보였음

2009 년도	홍천군							양구군			인제군	
	중조 향천	운두 천	하조 향천	뱃재 천	어용 골천	승지 천	대계 천	만대 천	운천 천	내동 천	용수골 천	다소 골천
BOD	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.6
COD	1.4	1.1	1.5	1.4	1.5	2.0	1.1	0.8	0.9	1.8	1.9	1.5
T-N	7.499	3.308	4.515	1.922	5.661	2.262	5.035	2.939	1.981	4.650	10.731	4.037
T-P	0.030	0.013	0.042	0.016	0.038	0.062	0.034	0.008	0.015	0.059	0.086	0.050

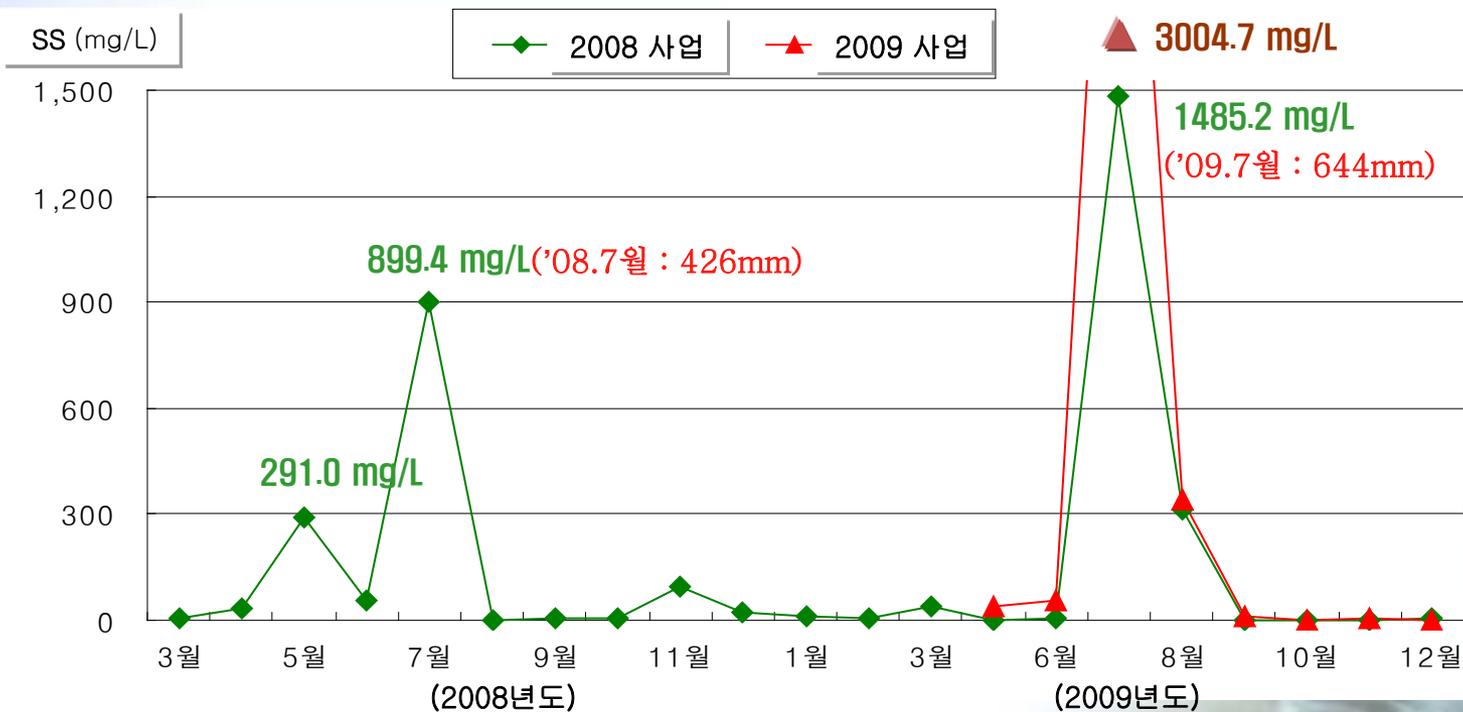
※ 매월 수질분석 실시

## 2. 소양호 유역 특성

### 2.3 하천 호소 수질변화

● 강우시에는 경작지 토사유출로 수질오염 심각

- '09.7월 강우시 최고(평균) 3004.7mg/L와 1485.2mg/L를 기록하였음
  - 승지천 3,836.7mg/L, 내동천 3,723.3mg/L, 다소골천 3,493.3mg/L



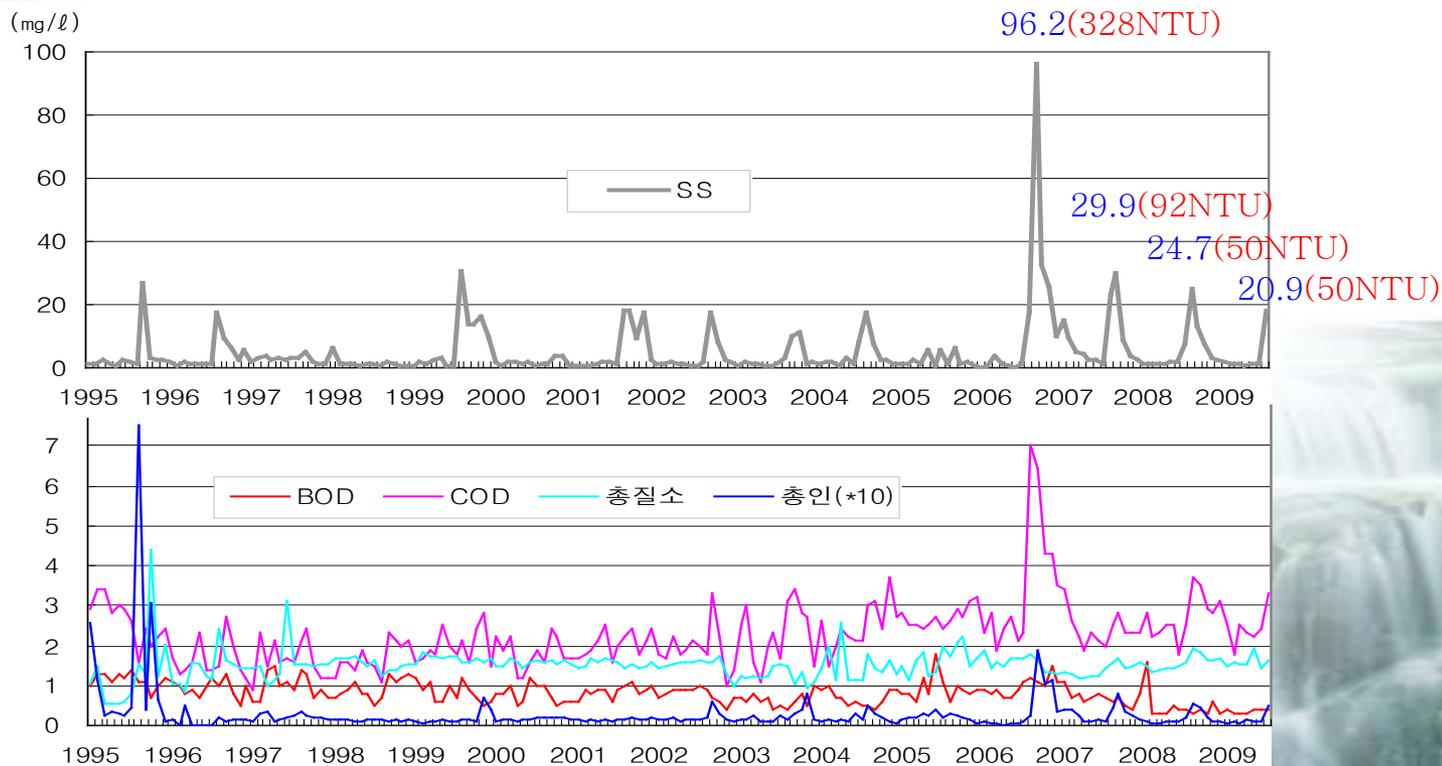
< 08-09년도 수질 변화 (SS) >

## 2. 소양호 유역 특성

### 2.3 하천 호소 수질변화

● 소양호 SS 오염도 점차 증가 - 과거 15년간(1995-2009년)

- 2006년 태풍 '에위니아'에 의한 영향으로 SS 농도 최고 96.2mg/L까지 상승
- 매년 풍수기에는 SS 20mg/L 정도, 반복적으로 오염도 증가



<Slope 값>  
(X-interval 0.1)

- BOD -0.027
- COD 0.063
- SS 0.308
- T-N 0.005
- T-P -0.002

<소양호 수질변화(1995-2009)>

## 2. 소양호 유역 특성

### 2.4 토사 발생량

● 주요하천 유역 토사 발생량 : 3,560천톤/년

[단위: 천ton/년]

구 분	만대천	인북천	자운천	내린천	기 타
유역면적 (269,310ha)	6,180ha	62,505ha	13,400ha	89,045ha	67,780ha
토사유실량 (3,560천톤/년)	113	1,053	359	1,654	381

[한국수자원공사]



과다 객토



토사 유출



하류 하천

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.1 비점오염원 관리계획

##### ● 예방대책

가. 환경친화적 개발유도

- 불투수층 면적의 축소 / 각종 개발사업에 대한 환경성검토 협의 강화
- 국공유지 경작계약 및 허가시 비점관리 협의

나. 농경지 및 하천관리

- 경작방법 개선 / 재배작물 전환 / 녹비재배
- 교육프로그램 개발 보급, 교육 홍보, 캠페인 실시

다. 산림 및 객토관리

- 불법경작지 원상복구 / 농경지 매입
- 채토장 관리 / 객토제한 권고

##### ● 저감대책

가. 산림, 하천, 농지 등  
훼손지 복원

- 사방댐건설, 임도구조개량 등 산사태 예방과 산림녹화
- 발기반정비, 녹비재배 등 경작지 저감대책
- 제방호안정비 등 하천정비사업 추진

나. 고랭지밭 흙탕물  
저감시설 설치

- 빗물우회수로 / 완충식생대 / 식생발두령 / 식생수로 / 돌망태,찰쌍기 등
- 경작지 임야 사면보호 / 둠병 유수지 조성 / [소규모] 침사지 설치
- 재배작목전환 지원(양구)

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.1 비점오염원 관리계획

##### ● 조사·연구

가. 하천 호소 모니터링

- 소양호 유역 지류 하천 및 호소 수질모니터링 실시(매월, 수시(강우시))
- 측정망 : 63지점(소양강 10, 인북천 16, 내린천 23, 북천 5, 기타 9)

나. 소규모 침사지 개발

- '07-'08년도 홍천 내면 실제규모 침사지 설치, 소규모 침사지 연구 개발
- 경작지 변에 설치(길이 2m 이상), 최소 60% 이상 토사유출 저감효과

##### ● 교육·홍보

가. 시범지구 조성 운영

- 2009년, 고랭지밭 흙탕물 저감사업 시범지구 조성(양구 해안 만대리)
- 시군 업무 담당자, 설계 시공업체, 농민들의 현장 교육의 장으로 활용

나. 영농방법 개선 교육

- 고랭지 지역 농민을 대상으로 경작방법 개선, 영농교육 등 실시
- 홍보 교육 프로그램 개발 보급, 담당 공무원 비점관리 교육(워크숍 등)

다. 농민 실천운동 전개

- 「밭두렁 되살리기 운동」은 훼손된 밭두렁을 농민 스스로 복원, 실천운동
- '09년 밭두렁 복원 : 39필지 4.2km 복원 (농민 자발적 참여)

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 가. 산사태 예방, 산림녹화

① 임도구조 개량(340억) : 43.7km 정비

- 임도 건설을 최소화하고 기존 임도 개량사업을 통해  
강우시 토사발생 최소화

토사저감 **13**천톤/년



임도개량 사업 - 홍천 자운리

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 가. 산사태 예방, 산림녹화

##### ② 사방댐 건설(236억) : 94개소 설치

- 강우시 상습적으로 토사가 유출되는 구간 및 계곡에 설치  
농경지 및 소하천 토석류 유입 차단

토사저감 **367**천톤/년



사방댐 건설 - 양구 해안면

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 가. 산사태 예방, 산림녹화

③ 한계농지 등 사유지 매입  
: 203ha 매입(305억)

- 산림 인접 경작지 및 경사도 30% 이상의 경작지 매입, 매입된 경작지는 산림으로 복원

■ 토사 저감

**105천톤/년**



<양구 해안 전경>

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 나. 경작지 관리

###### ① 밭기반 정비사업(531억) : 1,362ha 매입

- 경작지 경사도가 심하고, 빗물배수로 등이 훼손된 고랭지 경작지에 대하여 평탄화, 배수로 설치사업 추진

토사저감 105천톤/년



밭기반 정비 - 양구 해안면

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 나. 경작지 관리

② **녹비 재배**(66억) : 4,405ha 매입

- 고랭지 받은 농작물 재배시기를 제외하고 연중 7개월을 나지 상태로 방치, 해빙기 토사유출 억제 및 지력 향상

토사저감 **181천톤/년**



녹비 재배사업 - 홍천 자운리

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 나. 경작지 관리

##### ③ 농업용 저수지 건설

: 1개소(양구 해안, 69억)

- 상류 지역으로 부터 유입되는  
흙탕물을 저류, 침전

■ 토사 저감

3천톤/년



<저수지 설치 - 사례>

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.2 농경지, 산림, 하천 토사유출 저감대책

##### 다. 하천 정비사업

'08-'09년도 소하천 정비사업 평가 실시 !

- [소]하천 정비사업(871억) : 하천 99km 정비
  - 산지하천으로 경사가 심하고 경작지와 연접, 강우시 세굴 소하천(340억) 78km, 지방하천(531억) 21km 정비 추진

토사저감 **77천톤/년**



소하천 정비 - 홍천 중조향천

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.3 고령지발 비점오염 저감시설 설치

##### 가. 저감시설 설치기준

● 경작지 단위에서 소하천 단위까지 유기적 저감사업 추진

1단계

경작지 단위

- 빗물의 경작지 유입을 차단하고 경작방법 개선
- 고령지 「밭두렁 되살리기 운동」 전개, 객토억제

- 빗물우회수로, 경사면보호, 재배작목전환, 완충식생대 등

2단계

실개천, 구거  
단위

- 경작지 유출토사의 실개천 유입 차단
- 경작지 하단부, 실개천 유입부에 저감시설 설치

- 식생수로, 식생습지, 물둑병, 저류지 등

3단계

소하천 단위

- 토사의 하류하천, 호소 유입전 저감대책 추진  
(유량, 탁도 대비 비용 저감효과 측면에서 효율적임)

- 하천변 저류지, 유로사행화, 하천폭 확대, 호안정비 등

### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.3 고랭지밭 휴탕물 저감사업

##### 가. 휴탕물 저감시설 설치

- 휴탕물 저감시설(1,050억) : 경작지 2,405ha
  - 완충식생대, 빗물우회수로, 경사면보호, 식생수로, 둠벙, 유속저감시설, [소규모]침사지, 재배작목전환 등

토사저감 **339**천톤/년

##### ※ 소규모 침사지 설치

- '07-'08년도 홍천군 내면 고랭지 밭에 실제 규모의 침사지 설치(도, 연구원)
  - ⇒ 소규모 침사지 연구 개발(토사유출 저감, 최소 60% 이상)
  - ⇒ 고랭지밭 비점사업과 연계, 경작지변, 하천유입전 우수로 끝단에 설치

##### ※ 고랭지밭 재배작목 전환 지원 - 양구군

- '08년 부터 과수작목으로의 작목전환 지원 - 과수 받기반정비
  - ⇒ '08-'09년 351천㎡(10.5억)(과수묘목 농업기술센터 지원)
  - ⇒ 고랭지밭 비점사업과 연계, 경작지변, 하천유입전 우수로 끝단에 설치

우회수로



완충식생대



식생수로



식생밭두렁



경사면 보호



돌망태 옹벽



소규모 침사지



덤병 유수지



침사지



저류지



### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.3 고랭지밭 휴탕물 저감사업

##### 나. 「고랭지 밭두렁 되살리기 운동」 전개 - '09년부터

###### ○ 농민들의 자발적인 참여 유도

- 직접적인 밭두렁 복원 및 보전활동은 **농민이 중심이 되어** 복원활동을 전개하는 **실천 운동**  
⇒ **비 예산사업으로** 밭두렁 복원용 종자에 **한해 일부 지원**

###### ○ '자율환경모임' 결성

- 밭두렁 복원 등 환경농업을 목적으로 **농민 중심의 환경모임(단체)을 결성**  
⇒ **밭두렁 복원을 직접 실천함으로써 이웃에게 밭두렁 복원의 중요성을 홍보, 전파**

※ '09년도 밭두렁 복원 : 39필지 4.2km (자율환경모임 : 6단체 - 338명 참여)



### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.3 고랭지밭 휴탕물 저감사업

##### 다. 고랭지 휴탕물 저감사업 시범지구 조성

2001년부터 강원도에서 전국 최초로 휴탕물 저감사업 추진!

(설계 시공업체 농민들의 교육 및 홍보지구로 활용)

##### ○ 추진시기

- 2009년.12월 준공

##### ○ 대상지역

- 양구 해안 만대리  
내동천 유역

##### ○ 사업비

- 60억원(국30, 지방30)

##### ○ 사업내용

- 분야별 저감사업 추진  
(9개분야)



### 3. 비점오염원 관리대책 추진

#### 3.3 고령지발 휴탕물 저감사업

##### 내동천유역 시범지구 조성, 운영

고령지  
휴탕물  
저감사업



소하천  
정비사업

토  
사  
유  
실  
저  
감  
시  
설

완  
충  
식  
생  
대

식  
생  
발  
두  
령

식  
생  
수  
로

배  
수  
로

돌  
망  
태, 옹  
벽

유  
속  
저  
감  
시  
설

경  
사  
면  
보  
호

침  
사  
지

하  
천  
정  
비

##### 현장교육의 장

- 타 시도, 시군의 견학코스
- 각종 저감시설 입지
- 안내표지(설명)판 설치

##### 농민 실천사항 홍보

- 무분별한 산지개간, 객토에 대한 경각심 유발

##### 사업의 실효성 확보

- 시범사업 추진 전후의 하천 수질 모니터링 실시
- 가시적인 사업효과 창출

# 4. 토사유출 저감 효과

## 4.1 토사유출 저감

토사퇴적 현장사진!

### 2008년도 사업



사방댐 (운천천)



침사지 (만대천)



저류지 (만대천)

### 2009년도 사업



사방댐 (내동천)



저류지 (내동천)



# 4. 토사유출 저감 효과

## 4.1 토사유출 저감

### ● 비점 관리대책 추진

■ 소양호 유역 토사유출 저감효과 **50.0% 예상**

(유역내 토사 발생량 3,560천ton/년 중 1,780천ton/년)

**예방대책 ⇒ 590ton/년**

- 환경친화적 개발 유도  
[농정,산림,하천,기타개발] **590천ton**

**흙탕물 저감사업 ⇒ 1,190ton/년**

- 산사태예방, 산림녹화  
[사방댐,임도개량,사유지매입] **485천ton**
- 경작지 저감대책  
[밭기반정비,녹비재배,저수지] **289천ton**
- 하천 정비사업  
[소하천, 지방하천] **77천ton**
- 고랭지밭 비점사업  
[저감시설,밭두렁복원] **339천ton**

중조항천 전경



## 5. 향후 계획

### ● 향후 계획

#### ■ 비점관리대책 지속 추진(2017년까지)

6개 기관 합동

- 소양강댐 탁수저감대책(댐내. 유역), 고랭지밭 비점관리대책 등

#### ■ 침사지 준설 등 유지관리비용 재원마련 협의

한강수계기금 지원

- 토사유출 저감시설 준설 등 운영비 : 90백만원/년 (양구 3개소)

#### ■ 소하천 정비사업 지속추진 건의 (협의회 차원)

소방방재청

- '08-'09년도 소하천 정비사업 평가결과에 따라  
유역내 미개수 구간(40하천 53km)에 대하여 계획기간('11~'13년) 지속 추진

#### ■ 하류 하천 호소 수질모니터링 지속 추진

매월, 강우시

- 고랭지밭 하류 하천, 소양호 등 수질조사, 동향 분석 (분기)

감사합니다.