

수문조사사업(유사량조사)

1. 추진배경

1.1 수문조사의 필요성

- 물 순환 과정을 정량적으로 파악하기 위하여 물 순환 요소를 관찰하고 측정하는 것으로 하천의 수위·유량·유사량 및 하천유역의 강수량·토양수분량·증발산량을 과학적으로 조사·분석
- 물의 이수(利水), 치수(治水), 환경(環境)을 위한 수자원의 이용, 홍수피해방지, 수질관리 등 국가 수자원관리의 기초자료로 활용

1.2 법적근거

- 하천·댐·지하수 등 특정 시설·공간 위주로 시행되고 있는 수자원의 조사, 수자원계획의 수립·집행 및 수자원 관리 효율화 업무를 전 국토 공간에 대하여 체계적·통합적으로 시행하도록 함으로써 수자원을 과학적으로 관리하고 홍수·가뭄 등 물 관련 재해로부터 안전한 국민 생활환경을 조성하고,
- 수문조사 자료를 안정적으로 생산·제공하기 위해 수문조사 전담 기관을 지정·운영하도록 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」(이하 「수자원법」)이 제정(2017.1.18.)·시행(2017.7.18.)됨
- 「수자원법」 제9조(수문조사의 실시)에 따라
- 수자원의 조사, 수자원에 관한 계획 수립, 하천의 유지, 하천시설의 설치 및 각종 구조물 설계, 하천 주변지역의 이용 및 관리, 홍수 및 갈수 예보, 그 밖에 수자원관리에 필요한 사항 등을 위하여 수문 조사 실시

2. 유사량조사

2.1 개요

- (목적) 신뢰성 있는 유량-유사량관계곡선식을 개발하여 하상변동 분석 및 각종 하천시설물 유지관리, 각종 수공구조물의 설계에 필요한 기초자료 제공
- (정의) 유수에 의해 침식, 운반되어 강바닥이나 범람원 등에 퇴적된 토사를 조사하는 것
- (사업근거) 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제9조, 환경부고시 제2018-95호 「수문조사 전담기관의 지정 및 운영에 관한 규정」
- (사업범위) 4대강 홍수통제소 관할 유사량관측소(한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 등)
- (필요성) 하상변동 특성, 댐, 저수지, 보 등의 토사퇴적량 예측, 하천 구조물의 설계 및 유지관리, 하도의 안정성 검토, 유역 토사 유출량 산정 등을 위한 기본자료

2.2 사업내용

- 유사량조사사업 총 25개소

(개소수)

구 분	'22년					'21년	증감	비고
	한강	낙동강	금강	영산강	계			
유사량	6	8	5	6	25	24	1	

○ 대상 지점 위치

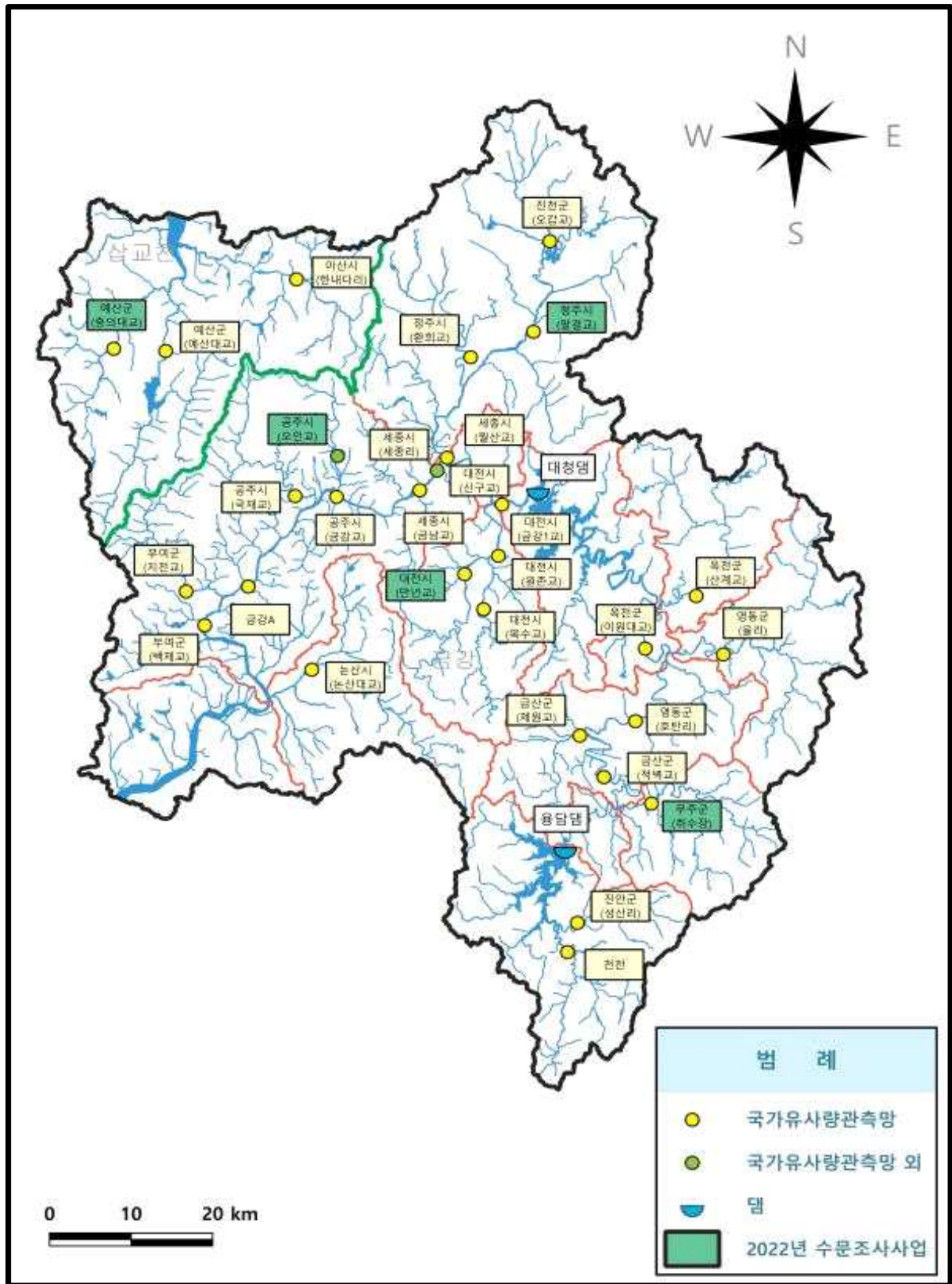
수계명	하천명	지점	위치	비고
한강	평창강	평창군(평창교)	강원도 평창군 평창읍 중리 평창교	
	주천강	영월군(주천교)	강원도 영월군 주천면 주천리 주천교	
	섬강	원주시(문막교)	강원도 원주시 문막읍 문막리 문막교	
	청미천	여주시(원부교)	경기도 여주시 점동면 원부리 원부교	
	한강	이포보(상류)	경기도 여주시 대신면 당남리 318-1	
	홍천강	홍천군(홍천교)	강원도 홍천군 홍천읍 연봉리 홍천교	
낙동강	내성천	예천군(회룡교)	경상북도 예천군 용궁면 대은리 950 (회룡교)	
	영강	문경시(김용리)	경상북도 문경시 영순면 김용리 259-2	
	감천	김천시(김천교)	경상북도 김천시 지좌동 1046-1 (김천교)	
	낙동강	구미시(구미대교)	경상북도 구미시 입수동 550-1 구미대교	
	낙동강	칠곡군(호국의다리)	경상북도 칠곡군 약목면 관호리 928-7	
	금호강	영천시(금창교)	경상북도 영천시 금호읍 교대리 661 (금창교)	
	영천강	진주시(옥산교)	경상남도 진주시 문산읍 옥산리 39-2(옥산교)	
	낙동강	함안군(계내리)	경상남도 함안군 칠서면 계내리 343	
금강	무주남대천	무주군(취수장)	전라북도 무주군 무주읍 읍내리 무주상수도취수장	
	갑천	대전시(만년교)	대전광역시 서구 월평동 만년교	
	미호천	청주시(팔결교)	충청북도 청주시 청원구 외하동 팔결교	
	정안천	공주시(오인교)	충청남도 공주시 의당면 요룡리 오인교	
삽교천	삽교천	예산군(충의대교)	충청남도 예산군 삽교읍 두리 충의대교	
만경강	만경강	완주군(하리교)	전라북도 완주군 삼례면 하리 하리교	
섬진강	섬진강	구례군(구례교)	전라남도 구례군 구례읍 신월리 구례교	
영산강	광주천	광주광역시(유촌교)	광주광역시 서구 유덕동 유촌교	
	황룡강	광주광역시(장록교)	광주광역시 광산구 도산동 장록교 하류	
	지석천	나주시(남평교)	전라남도 나주시 남평읍 남평리 208-3	
	함평천	함평군(학야교)	전라남도 함평군 엄다면 학야리 학야교 하류	



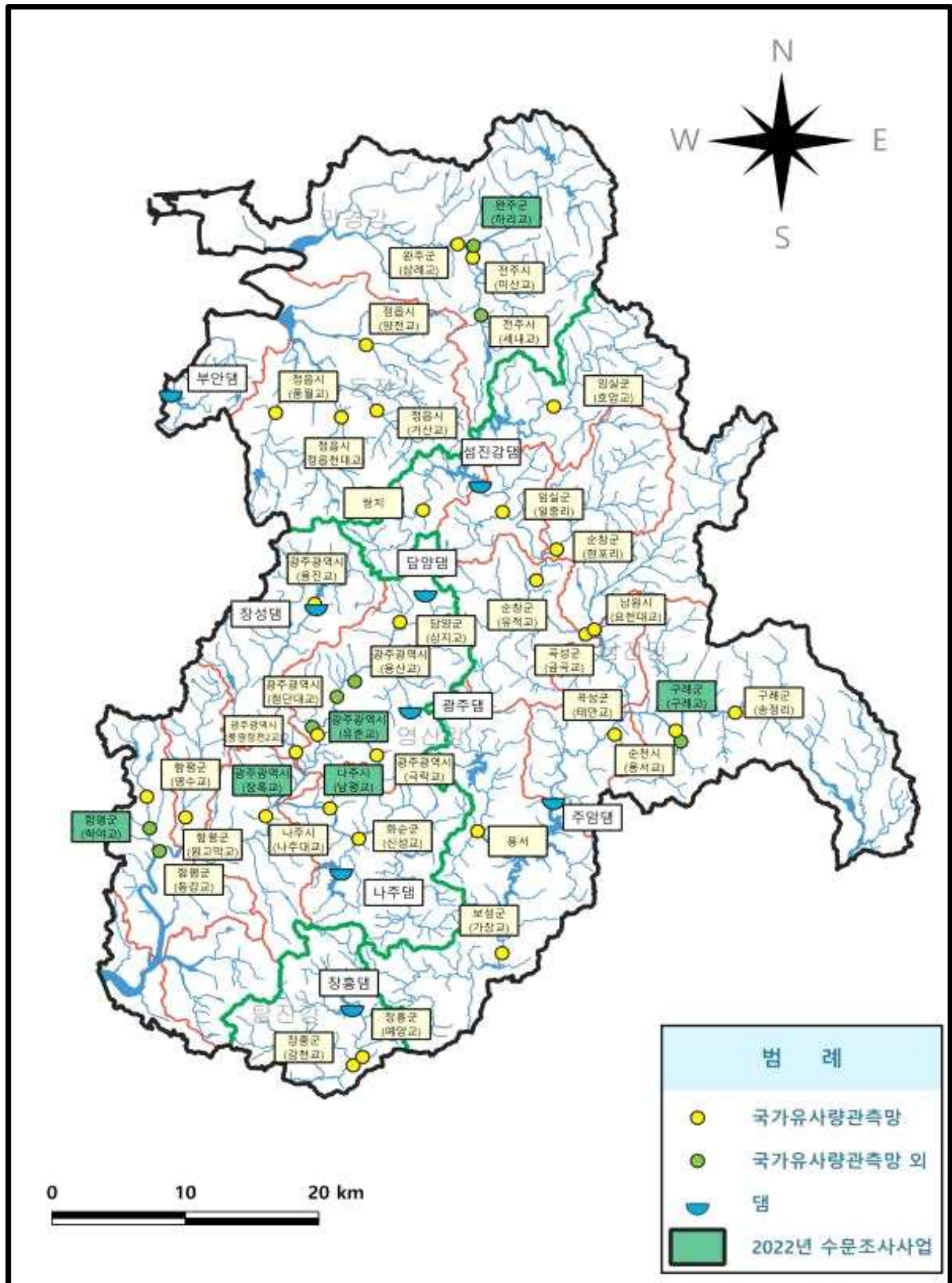
한강홍수통제소 관할구역 유사량조사 지점 현황도



낙동강홍수통제소 관할구역 유사량조사 지점 현황도



금강홍수통제소 관할구역 유사량조사 지점 현황도



영산강홍수통제소 관할구역 유사량조사 지점 현황도

2.3 유사량조사 업무절차

- 하천특성, 측정구조물 현황, 교통상황, 수질상태 등을 사전조사 및 문헌 조사를 통해 검토
- 적합한 조사방법을 결정하고 장비를 선정하여 연중 측정계획에 따라 시료를 채취
- 시료는 실험실로 옮겨 실험절차에 맞게 농도실험 및 입경분포실험 등을 거쳐 부유사량 및 총유사량을 산정
- 이를 토대로 유량-부유사량관계곡선식 및 유량-총유사량관계곡선식을 결정

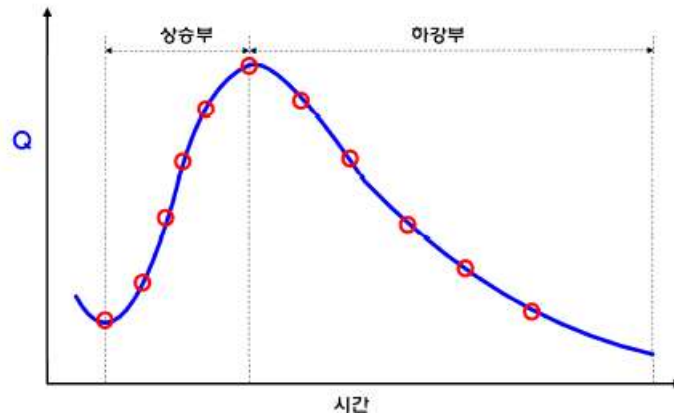


※ [참고] 하천유사의 구분

구 분	이송형태에 의한 분류		수리량과의 관계에 의한 분류	채취한계에 의한 분류
유사 (Sediment load)	부유사 (Suspended load)		세류사 (Wash load)	측정유사 (Sampled load)
	소류사 (Bed load)	도류사 (Saltation load)		
		접류사 (Contact load)	하상토 유사 (Bed material load)	미측정유사 (Unsampled load)

2.4 유사량측정 횟수 및 시기

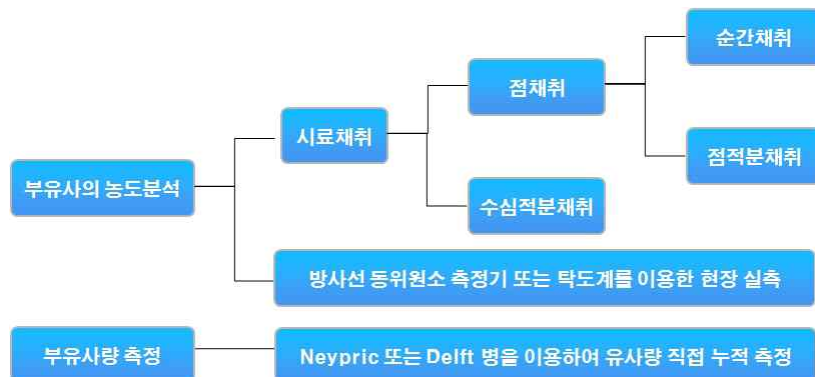
- 유사량 산정을 위해서는 유량의 크기별로 유사량 측정이 수행되어야 하며, 계절별 유사발생 양상 등을 파악하기 위해서 계절별로 측정 필요
 - 그러나 우리나라는 유사의 대부분이 홍수기에 이송되므로 주요 호우사상별로 유사량 측정 필요
- 지점을 대표할 수 있는 유량-유사량관계곡선식 작성을 위해서는 호우사상별 수위 상승부 및 하강부에 대한 고른 측정 필요(연간 15회 이상 측정성과 확보)



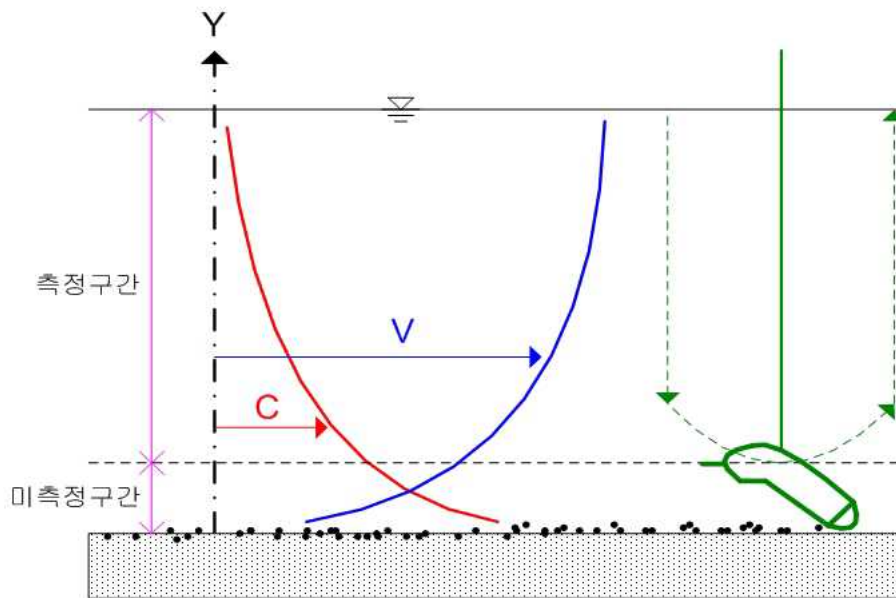
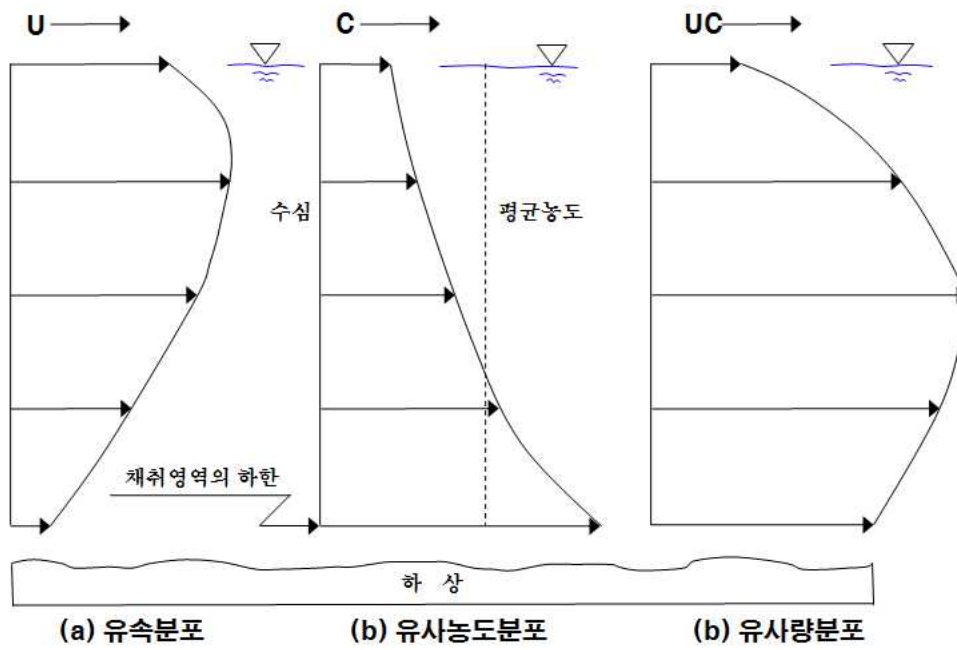
- 또한, 총유사량 추정을 위해 하상토에 관한 자료가 필수 조건이며 이를 위해 하상토 채취 필요(홍수 전후로 연간 2회 이상 하상토 채취)

2.5 부유사량 조사

- 부유사는 난류에서 상승 요소의 영향을 받아, 상당시간 동안 유하하면서 수중에서 부유 상태를 유지하는 유사를 말하며, 대부분의 자연하천에서 유사는 주로 부유사로 이송



○ 유속(V or U), 부유사농도(C), 부유사량(VC or UC)의 연직분포 관계



○ 부유사 채취기의 종류

- (수심적분) 한 측선에서 노즐을 계속 열어 수면부터 하천바닥까지 연속적으로 통과하는 동안 부유사를 채취

• 측정방법 : 도섭법, 교량법

• 측정기기 : DH-48, DH-59, DH-75, DH-76, DH-81, D-49, D-74, D-74AL, D-77

- (점적분) 노즐의 개폐가 가능하여 한 측선의 특정 수심에서만 노즐을 열어 부유사를 채취

• 측정방법 : 교량법

• 측정기기 : P-61, P-63, P-72

명칭	재질	채취기 제원			노즐높이 (cm)	이용방법	최대유속 (m/s)
		길이(cm)	폭(cm)	무게(kg)			
DH-48	알루미늄	33	8	2	9	손잡이막대	2.7
DH-59	청동	38	9	10	8	handline	1.5
DH-75	카드뮴도금	23	11	0.7	8	손잡이막대	2.0
DH-76	청동	43	11	10	11	handline	2.0
DH-81	플라스틱	19	10	0.2	-	손잡이막대	2.7
D-49	청동	61	13	28	10	권양기	2.0
D-74	청동	61	13	28	10	권양기	2.0
D-74AL	알루미늄	61	13	19	10	권양기	1.8
D-77	청동	74	23	34	18	권양기	2.4
P-61	청동	71	19	48	11	권양기	5.1
P-63	청동	94	23	91	15	권양기	5.1
P-72	알루미늄	71	19	19	11	권양기	1.6

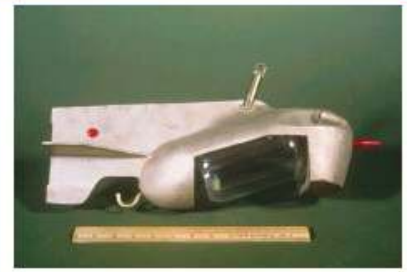
* 명칭의 D=Depth, H=Hand, P=Point의 줄임말



DH-48



DH-59



DH-76



DH-81A



D-49



D-74



D-77



D-95



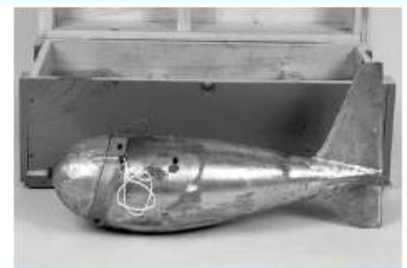
D-96



P-61



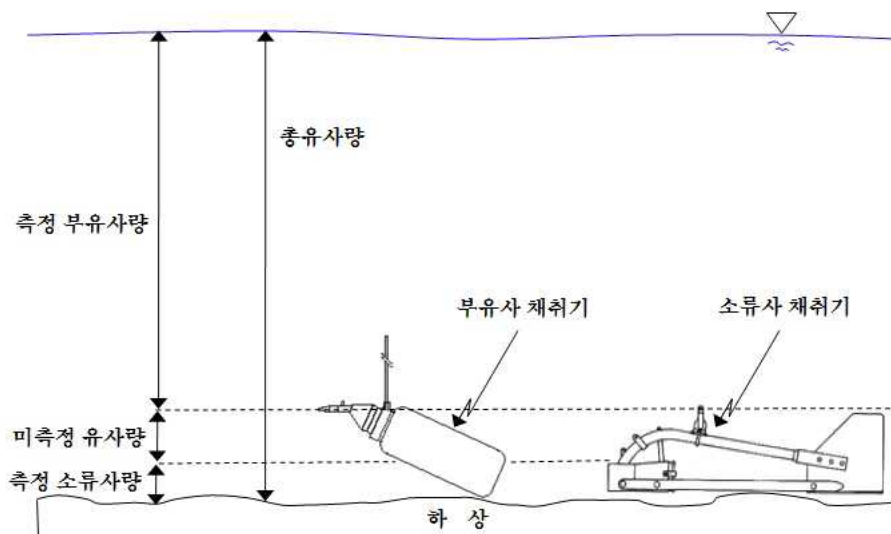
P-63



P-72

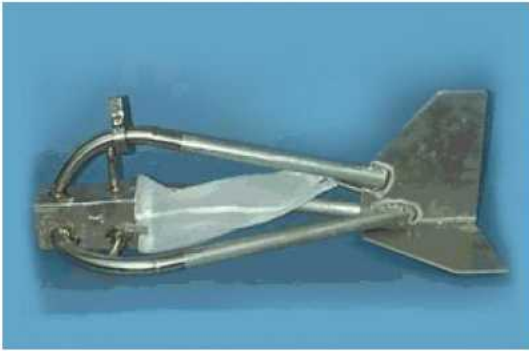
2.6 소류사량 조사

- 흐름 조건들이 초기운동의 기준을 충족하거나 초과할 때, 유사 입자들은 층적 하상을 따라 움직이기 시작하며,
 - 유사 입자들의 운동이 하상을 따라 전동(rolling), 활동(sliding) 혹은 가끔씩 도약(jumping)을 하게 되면, 이를 소류사(Bed load) 이송이라 함
- 일반적으로 하천에서 소류사 이송량은 부유사 이송량의 약 5~25% 정도로 알려졌으나, 나라마다 하천마다 부유사 이송량과 소류사 이송량의 비율은 다름
- 결과적으로, 이론적이든 경험적이든 단순한 장비와 과정만으로는 실제 자연 상태의 광범위한 유사적, 수리적 조건하에서 소류사량을 적합하게 결정할 수 있는 방법은 아직도 없는 실정
- 현재 가장 널리 이용되는 소류사 채취기는 Helly-Smith 채취기이며, 실제로 소류사만을 채취하는 것은 아니기 때문에 미채취구간의 유사는 소류사와 부유사로 구성
 - 따라서 Helly-Smith 채취기는 부유사의 일부도 채취하게 되며, 하천의 총유사량을 단순히 측정 부유사량과 측정 소류사량의 합으로 나타낼 수 있는 것은 아님

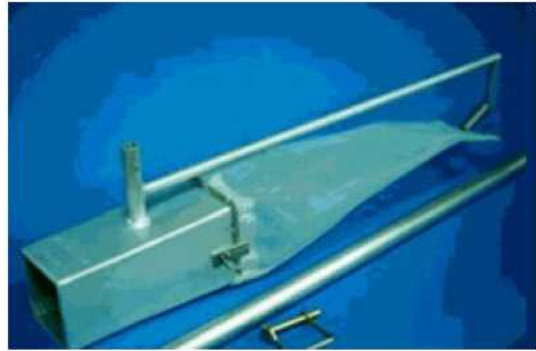


○ 소류사 채취기의 종류

- 측정방법 : 기계식 채집형, 하상형태 추적형
- 측정기기 : BL-84, BLH-84



(1) US BL-84(Helley-Smith) 소류사 채취기



(2) US BLH-84 소류사 채취기

2.7 하상토 채취

- 하상토에 관한 자료는 소류사나 부유사 자료와 함께 하천의 유사 이송 특성을 분석하는데 필수 조건
- 하천에서 부유사나 소류사 채취시 하상토 시료는 유량측선 또는 유사 측선과 가급적 동일한 곳에서 채취



(1) BMH-53



(2) BMH-60



(3) BMH-80



(4) BM-54

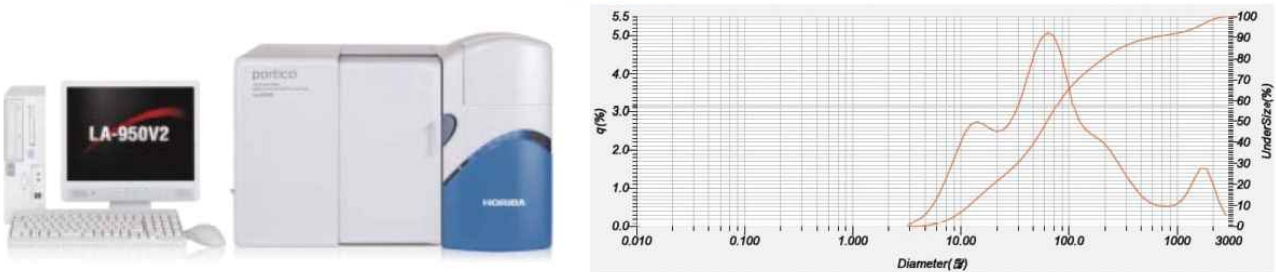


(5) Dredge sampler

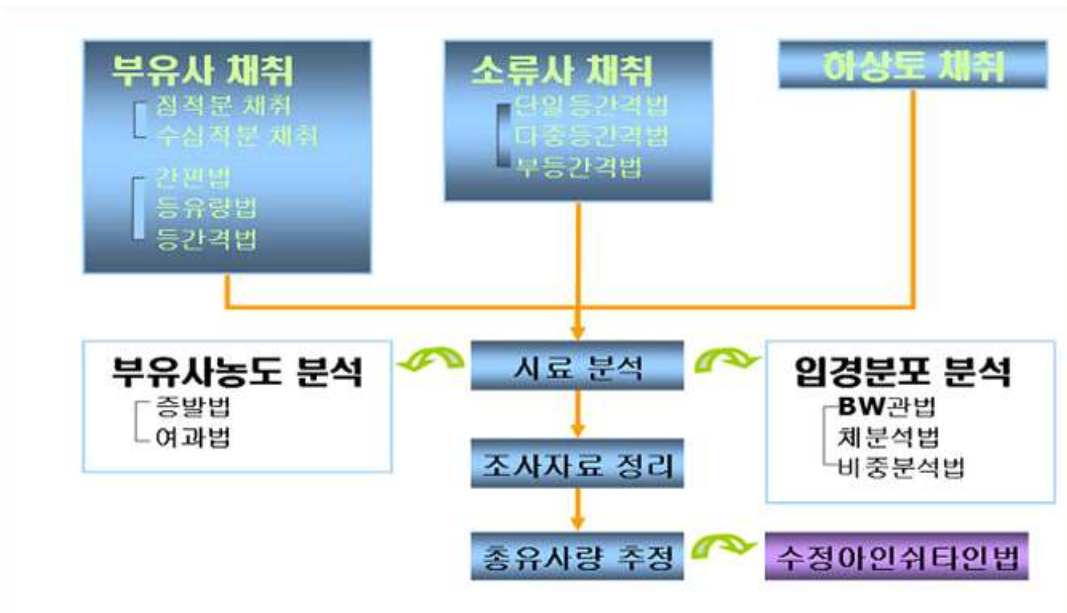


2.8 유사량 시료분석

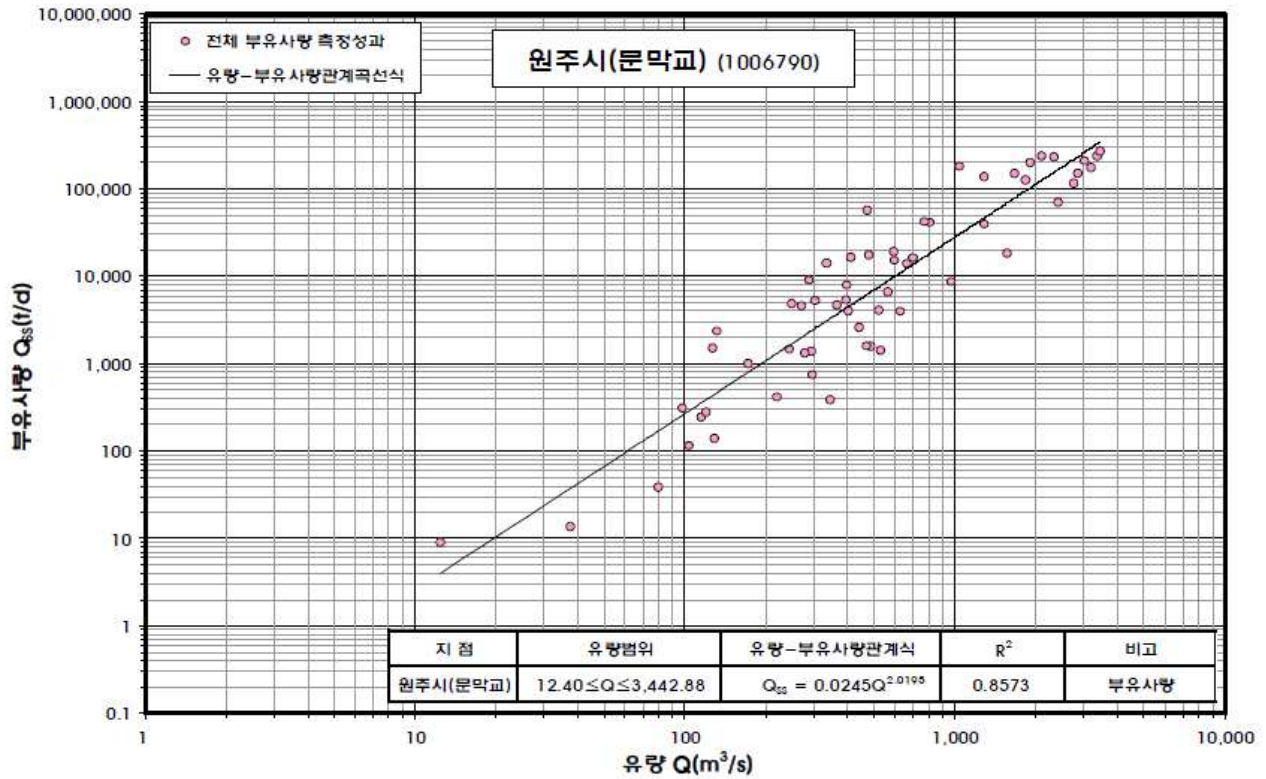
- 채취된 부유사 시료는 부유사 농도 및 총유사량 추정을 위해 농도 분석 및 입경분포 분석이 필요하며, 하상재료는 총유사량 추정을 위해 입경분포 분석이 필요



2.9 유사량 산정 및 유량-유사량관계곡선식 개발



구분	직접 실측에 의한 방법	간접 계산에 의한 방법	실측+계산방법
수행방법	부유사 채취기 및 소류사 채취기로 실측	수리량 및 하상토 특성자료를 유사량 공식에 대입하여 계산	부유사 실측 자료를 이용하여 미측정 구간의 유사량을 포함한 총유사량 추정
장 점	신뢰도 높음	비용, 시간, 노력 적게 들	신뢰도 높음
단 점	비용, 시간, 노력이 많이 들며 소류사 측정이 어려움	신뢰도가 낮으며, 적절한 공식의 선정이 어려움	소류사 추정이 불필요한 점 이외에는 직접 실측방법과 동일
필수 자료	부유사량, 소류사량, 수리량	하상토재료, 수리량	부유사량, 하상토재료, 수리량
대표적인 방법 및 기기	P-61 부유사채취기, Helley-Smith 소류사채취기	Engelund & Hansen 공식, Van Rijn 공식	수정아인슈타인 방법, Colby 방법(1957)



2.10 연속 유사량 자료 생산

- 하천 유사량은 연속적으로 측정할 수 없기 때문에 어느 특정시간에 측정된 유사량과 이에 대응하는 유량자료와의 관계를 이용하여 유사량자료 생산

