WATER FOR FUTURE

일반 기사

국내 · 외 하천의 물리적 교란 평가 비교 · 분석과 개선방안

최 흥 식 |
상지대학교 건설시스템공학과 교수
hsikchoi@sangji.ac.kr

황 지 웅 |
상지대학교 토목공학과 석사과정
hjw0306@sangji.ac.kr

심 규 랑 |
상지대학교 토목공학과 석사과정
skyurang@nate.com

모 선 재 |
상지대학교 토목공학과 석사과정
mjy0617@nate.com

1. 머리말

최근 치수 목적의 하천정비 또는 생물 서식환경 조성을 위한 하천 시설물의 도입으로 인해 하천의 교란이 발생되고 있다. 하천의 교란은 하천 생태계의 구조와 다양성을 붕괴시키고, 생태계의 연속성 차단과 물리적 특성을 변화시키는 불연속적인 사상이다. 교란은 대규모 하천 구조물 설치, 하천 정비, 골재채취 등에 의한 물리적 교란, 수중의 이 · 화학적 특성의 변화에 따른 화학적 교란, 생물 서식처 훼손으로 인한 생태계에 영향을 주는 생물학적 교란으로 구분된다.

하천교란의 평가에 대한 연구와 더불어 교란을 최소화시키려는 하천 교란 적응관리 시스템의 구축을 위한 연구가 필요한 실정이다. 이는 하천환경 개선에 대한 패러다임의 변화와 니즈(needs)의 변화에 상응하는 새로운 하천관리에 대한 필요성이다. 본 연구는 하천의 물리적 평가에 대한 외국과 우리나라의 방법을 비교 · 분석하였다. 그리하여 현재 국내에서 사용되는 하천의 물리적 평가방법의 개선점을 확인하였다.

2. 국내 · 외 하천의 물리적 평가

하천 교란의 형태는 자연적인 요인과 인위적인 요인으로 나눌 수 있다. 이는 하천 생태계 서식처의 물리적, 화학적 및 생물학적 특성을 변화시킨다. 하천의 물리적 교란평가는 수리 및 수문 특성의 변화와 더불어 하천의 형태, 하상의 재료 및 변동 등이 하천환경에 미치는 영향에 대한 정량적인 평가이다. 표 1은 국내 하천의 물리적 교란평가 기법에 따른 조사 및 평가항목이다.

미국의 SVAP(Stream Visual Assessment Protocol)는 하천의 환경요인에 대한 변화과정을 추출하며, 전반적인 생태계 변화의 파악과 예측을 통하여 하천의 교란평가를 위한 가이드라인을 제시하고 있다. SVAP 기법은 14가지 항목으로 구성되어 있으

표 1. 국내의 하천 교란평가 기법(한국수자원공사, 2008)

구분	조사 내용	조사 및 평가 항목
물리적 교란	수리조사	유속, 수심, 유량 측정
	수문조사	강수량, 기상상황, 증발산량
	형태조사	평면형, 횡단형, 종단형
	하도조사	계절별 · 근원경 사진촬영, 여울과 소, 사주, 수제, 하도의 침식과 퇴적, 저수로와 고수부지의 특성 RCS지도 작성
	하상재료조사	조사구간, 하상재료 채취기법, 입경 분석
	과거홍수 기록조사	대상하천 관리기관, 과거 홍수기록 자료수집 및 확인

며, 그 중 물리적 평가 방법은 표 2와 같이 5가지 항목으로 구분된다.

독일의 연방 물관리 연구 공동체(LAWA; Laenderarbeits-gemeinschaft Wasser)의 '수문지형 물리적 구조(평가방법)'는 독일 Rieinland-Pfalz 주의 수자원국에서 개발한 '물리적 구조평가 방법'을 독일 Nordrhein-Westfalen주에서 더욱 세분화하여 발전시킨 것이다. LAWA는 2000년 12월 EU에서 법적 효용성을 갖춘 물관리 지침(Wasserrahmenrichtlinie, WRRL)에 포함되어 있다. 이는 현재 EU 회원국들에

표 2. 미국의 SVAP의 물리적 평가 항목(USDA, 1998)

Channel condition			
Natural channel; no dikes structures.	Evidence of past channel alteration, but with significant recovery of channel and banks.	Altered channel ; 〈 50% of the reach with riprap or channelization.	Channel is actively down-cutting or idening.
No evidence of down-cutting or excessive lateral cutting.	Any dikes or levies are set back to provide access to an adequate flood plain.	Excess aggradation; braided channel.	50% of the reach with riprap or channelization.
		Dikes or levees restrict flood plain width	Dikes or levees prevent access to the flood plain.
10	7	3	1

Hydrologic alteration			
Flooding every 1.5 to 2 years.	Flooding occurs only once every 3 to 5 years; limited channel incision.	Flooding occurs only once every 6 to 10 year; channel deeply incised.	No flooding; channel deeply incised or structures prevent access to flood plain or dam operations prevent flood flows.
No dams, no water withdrawals, no dikes or other structures limiting.			
The stream's access to the flood plain.			Withdrawals have caused severe loss of low flow habitat.
Channel is not incised	Withdrawals, although present, do not affect available habitat for biota.	Withdrawals significantly affect available low flow habitat for biota.	Flooding occurs on a 1-year rain event or less.
10	7	3	1

Riparian zone				
Natural vegetation extends at least.	Natural vegetation extends one active channel width on each side.	Natural vegetation extends half of the active channel width on each side.	Natural vegetation extends a third of the active channel width on each side.	Natural vegetation less than a third of the active channel width on each side or lack of regeneration.
Two active channel widths on each side.	If less than one width, covers entire flood plain		Filtering function moderately compromised.	Filtering function severely compromised.
10	8	5	3	1

표 2. 미국의 SVAP의 물리적 평가 항목(USDA, 1998) (계속)

Bank stability			
Banks are stable; banks are low (at elevation of active flood plain); 33% or more of eroding surface area of banks in outside bends is protected by roots that extend to the base-flow elevation.	Moderately stable; banks are low (at elevation of active flood plain); less than 33% of eroding surface area of banks in outside bends is protected by roots that extend to the base-flow elevation.	Moderately unstable; banks may be low, but typically are high (flooding occurs 1 year out of 5 or less frequently); outside bends are actively eroding (overhanging vegetation at top of bank, some mature trees falling into steam annually, some slope failures apparent).	Unstable; banks may be low, but typically are high; some straight reaches and inside edges of bends are actively eroding as well as outside bends (overhanging vegetation at top of bare bank, numerous, mature trees falling into stream annually, numerous slope failures apparent)
10	7	3	1

Water appearance			
Very clear, or clear but tea-colored; objects visible at depth 3 to 6 ft (less if slightly colored); no oil sheen on surface; no noticeable film on submerged objects or rocks.	Occasionally cloudy, especially after storm event, but clears rapidly; objects visible at depth 1.5 to 3 ft; may have slightly green color; no oil sheen on water surface.	Considerable cloudiness most of the time; objects visible to depth 0.5 to 1.5 ft; slow sections may appear pea-green; bottom rocks or submerged objects covered with heavy green or olive-green film.	Very turbid or muddy appearance most of the time; objects visible to depth < 0.5 ft; slow moving water may be bright green; other obvious water pollutants; floating algal mats, surface scum, sheen or heavy coat of foam on surface. or strong odor of chemicals, oil, sewage, other
		Moderate odor of ammonia or rotten eggs.	
10	7	3	1

표 3. LAWA의 물리적 평가등급 평가 항목(LAWA, 2000)

	Zone	Main assessment content	Functionality	Subsection
Synthesize assessment	River bed	1. Vertical characteristic	Meandering	Vertical meandering
				Vertical barrier
				Unique vertical structure
			Degree of movement	Meandering erosion
				Depth of section
				Method of river side(Protection of river side)
		2. Longitudinal section	Slope of natural longitudinal section	Crossing barrier
				Diversity of wave
				Diversity of depth
			Artificial crossing structure	Crossing structure
				Covering
				Box
				Stagnant of water
		3. Structure of river bed	Type and dispersion of material of river bed	Type of material of river bed
				Variety of material of River bed
				Structure of unique river bed
			Protection structure for river bed	Protection structure of river bed

표 3. LAWA의 물리적 평가등급 평가 항목(LAWA, 2000) (계속)

	Zone	Main assessment content	Functionality	Subsection
Synthesize assessment	River side	4. Cross section	Crossing depth	Crossing depth
			Change of crossing width	Crossing erosion
				Variety of crossing width
			Type of crossing section	Type of crossing section
		5. Structure of river side	Naturality of space unique	Structure of unique river side
			Vegetation belt of natural unique	Vegetation belt of river side
			Protection of river side	Protection of river side(Method of river side)
	River front	6. River front	Vegetation belt of river side	Vegetation belt of river side
			Flood plain	Land use, environmental characteristic, etc

게 사용되고 있다. LAWA의 평가 기법과 평가항목은 표 3과 같다.

독일의 LAWA 기법은 6개의 주 항목과 25개의 세부사항으로 구성되었다. 하천 유형과 물리적 방법에 따라 정확한 측정치가 결정된다. 6개의 주 항목의 평균자료를 통해 다시 조사 구역마다 1개의 자료 값으로 평균하여 해당되는 등급이 측정된다. 본 요소와 방법을 통해 측정 항목에 대한 자료를 추출하여, 평가 등급을 토대로 하천의 물리적 상태를 산출하여 평가한다. 이 기법은 최계운 등(2010)에 의해 국내하천에 적용한 바 있다.

표 4는 호주의 하천교란평가인 하천평가시스템(AusRivAS; Australian River Assesment Scheme)의 평가 기법과 항목이다. 생물학적 및 지형학적 관점에서부터 생태계에 대한 하나의 기준으로서 하도 서식처 또는 물리적 구조의 표현이다. 호주의 평가항목은 10가지로 구성되어 있으며 책정된 점수를 통해 4가지의 등급으로 물리적 평가를 시행한다.

표 4. AusRivAS의 물리적 평가등급 평가 항목(Environment Australia, 2000)

Habitat parameter	Condition category																					
	Excellent					Good					Fair					Poor							
1 Epifaunal (bottom) substrate / available cover	Greater than 70% of substrate favourable for epifaunal colonisation and fish cover; mix of snags, submerged logs, undercut banks, cobble or other stable habitat and at stage to allow full colonisation potential (i.e. logs/snags that are not new fall and not transient).					40–70% mix of stable habitat; well-suited for full colonisation potential; adequate habitat for maintenance of populations; presence of additional substrate in the form of newfall, but not yet prepared for colonisation (may rate at high end of scale).					20–40% mix of stable habitat; habitat availability less than desirable; substrate frequently disturbed or removed.					less than 20% stable habitat; lack of habitat is obvious; substrate unstable or lacking.					
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
2 Embedded ness	Gravel, cobble and boulder particles are 0–25% surrounded by fine sediment. Layering of cobble provides diversity of niche space.					Gravel, cobble and boulder particles are 25–50% surrounded by fine sediment.					Gravel, cobble and boulder particles are 50–75% surrounded by fine sediment.					Gravel, cobble and boulder particles are more than 75% surrounded by fine sediment.					
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

표 4. AusRivAS의 물리적 평가등급 평가 항목(Environment Australia, 2000) (계속)

Habitat parameter	Condition category																					
	Excellent					Good					Fair					Poor							
3 velocity / depth regime	All four velocity/depth regimes present (slow–deep, slow–shallow, fast–deep, fast–shallow). Slow is 〈0.3m/s, deep is 〉0.5m).					Only 3 of the 4 regimes present (if fast–shallow is missing, score lower than if missing other regimes).					Only 2 of 4 habitat regimes present (if fast–shallow or slow–shallow are missing, score low).					Dominated by 1 velocity/ depth regime(usually slow–deep).						
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
4 Sediment deposition	Little or no enlargement of islands or point bars and less than 5% of the bottom affected by sediment deposition.					Some new increase in bar formation, mostly from gravel, sand or fine sediment; 5–30% of the bottom affected; slight deposition in pools.					Moderate deposition of new gravel, sand or fine sediment on old and new bars; 30–50% of the bottom affected; sediment deposits at obstructions, constrictions and bends; moderate deposition in pools prevalent.					Heavy deposits of fine material increased bar development; more than 50% of the bottom changing frequently; pools almost absent due to substantial sediment deposition.						
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
5 Channel flow status	Channelization or dredging absent or minimal; stream with normal pattern.					water fills 〉 75% of the available channel; or 〈25% of channel substrate is exposed.					water fills 25–75% of the available channel, and/ or riffle substrates are mostly exposed.					Very little water in channel and mostly present as standing pools.						
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
6. Channel alteration	Channelization or dredging absent or minimal; stream with normal pattern.					Some channelization present, usually in areas of bridge abutments; evidence of past channelization, i.e. dredging(greater than 20 yr.) may be present, but recent channelization is not present.					Channelization may be extensive; embankments or shoring structures present on both banks; and 40 to 80% of stream reach channelized and disrupted.					Banks shored with gabion or cement; over 80% of the stream reach channelized and disrupted. Instream habitat greatly altered or removed entirely.						
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
7 Frequency of riffles (or bends)	Occurrence of riffles relatively frequent; ratio of distance between riffles divided by width of the stream 〈 7:1 (generally 5 to 7); variety of habitat is key. Instreams where riffles are continuos, placement of boulders or other large, natural obstruction is important.					Occurrence of riffles infrequent; distance between riffles divided by the width of the stream is between 7 to 15.					Occasional riffle or bend; bottom contours provide some haibtat; distance between riffles divided by the width of the stream is between 15 to 25.					Generally all flat water or shallow riffles; poor habitat; distance between riffles divided by the width of the stream is a ratio of 〉25.						
SCORE	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

표 4. AusRivAS의 물리적 평가등급 평가 항목(Environment Australia, 2000) (계속)

Habitat parameter	Condition category									
	Excellent		Good			Fair			Poor	
8 Bank stability (score each bank)	Banks stable; evidence of erosion or bank failure absent or minimal; little potential for future problems. <5% of bank affected.		Moderately stable; infrequent, small areas of erosion mostly healed over. 5–30% of bank in reach has areas of erosion.			Moderately unstable; 30–60% of bank in reach has areas of erosion; high erosion potential during floods.			Unstable; many eroded areas; 'raw' areas frequent along straight sections and bends; obvious bank sloughing; 60–100% of bank has erosional scars.	
SCORE(L,B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
SCORE(R,B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
9 Vegetative protection (score each bank)	More than 90% of the streambank surfaces and immediate riparian zone covered by native vegetation, including trees, understorey shrubs, or non woody macrophytes; vegetative disruption through grazing or mowing minimal or not evident; almost all plants allowed to grow naturally.		70–90% of the streambank surfaces covered by native vegetation, but one class of plants is not well-represented; disruption evident but not affecting full plant growth potential to any great extent; more than one half of the potential plant stubble height remaining.			50–70% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption obvious; patches of bare soil or closely cropped vegetation common; less than one-half of the potential plant stubble height remaining.			Less than 50% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption of streambank vegetation is very high; vegetation has been removed to 5 centimetres or less in average stubble height.	
SCORE(L,B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
SCORE(R,B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
10 Riparian zone score (score each bank)	Width of riparian zone)18 metres; human activities (i.e. roads, lawns, crops etc.) have not impacted the riparian zone.		Width of riparian zone 12–18 metres; human activities have impacted riparian zone only minimally.			Width of riparian zone 6–12 metres; human activities have impacted zone a great deal.			Width of riparian zone < 6 metres; little or no riparian vegetation is present because of human activities.	
SCORE(L,B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
SCORE(R,B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

TRA(Technical Regulation for Assessment of River-Health)는 중국의 하천교란평가 기법으로 중국의 인민 공화국의 법률 보호법을 구현하기 위함이다. 이는 중국 하천의 건강을 개선하고 전국 하천 건강을 평가하기 위한 기술을 표준화할 목적으로 책정되었다. 이 규정의 목적은 물리적, 화학적 및 생물학적 구조와 기능의 개선이다. TRA의 평가항목은 표 5와 같다.

표 5. TRA의 물리적 평가 항목(CRAES, 2012)

Sub-Indicator	Score
Free-flow interruption (FFI)	
Observed in the field, with assistance from maps/aerial photographs and local knowledge, as necessary.	
The site is in a stream link* containing a hydropower station upstream of the site	3
The site is in the backwater of dam or weir	3
The site is in a free-flowing section of river	0
Sub-total, S_I	/6
Sub-indicator score, PF_I	$1-(S_I/6)$

표 5. TRA의 물리적 평가 항목(CRAES, 2012) (계속)

Sub-Indicator	Score
Lateral-continuity barrier (LaCB)	
H = Hd/Hc, where Hd =height of intact continuous dyke Hc = average channel depth; both measured as the average of 15 measures taken from the level of the bank top† channel depth is to the low flow water level† both measured in the field using tape, staff and/or range finder.	
Left bank	
Large dyke $H \geq 0.5$	1.5
Moderate dyke, $0.5 > H \geq 0.25$	1
Small dyke, $0.25 > H \geq 0.1$	0.5
Very small dyke or no dyke, $H < 0.1$	0
Right bank	
Large dyke, $H \geq 0.5$	1.5
Moderate dyke, $0.5 > H \geq 0.25$	1
Small dyke, $0.25 > H \geq 0.1$	0.5
Very small dyke or no dyke, $H < 0.1$	0
Sub-total, S_2	/3
Sub-indicator score, PF_2	$1-(S_2/3)$
Bed disturbance (BD)	
Bed disturbance (BD)	
D = proximity in metres of the closest instream sand/gravel extraction or gold sluicing activities to the centre of the site, in the upstream direction measured in the field with assistance from maps/aerial photographs and records and local knowledge, as necessary.	
$D < 200$	3
$200 \leq D < 500$	2.5
$500 \leq D < 1000$	2
$1000 \leq D < 2000$	1.5
$2000 \leq D < 3000$	1
$D > 3000$ or none present	0
Sub-total, S_3	/3
Sub-indicator score, PF_3	$1-(S_3/3)$
Bank stabilisation (BS)	
L = percentage of length of sampled zone‡ that is hard-lined with rock or concrete along the toe of the bank, and/or higher up the bank face† measured in the field using tape and/or range finder.	
Left bank	
$L \geq 70\%$	1.5
$70\% > L \geq 40\%$	1
$40\% > L \geq 10\%$	0.5
$L < 10\%$(or no hard-lining)	0
Right bank	
$L \geq 70\%$	1.5
$70\% > L \geq 40\%$	1
$40\% > L \geq 10\%$	0.5
$L < 10\%$(or no hard-lining)	0
Sub-total, S_4	/3
Sub-indicator score, PF_4	$1-(S_4/3)$

표 5. TRA의 물리적 평가 항목(CRAES, 2012) (계속)

Sub-Indicator	Score
Sediment transport interruption (STI)	
Observed in the field, with assistance from maps/aerial photographs and local knowledge, as necessary.	
The site is in stream link* that Contains an upstream major-sized dam ≥ 15 m high	3
Contains an upstream moderate-sized dam 10 m ≤ height < 15 m	2
Contains an upstream small-sized dam or weir 2 m ≤ height < 10 m	1
Does not contain an upstream dam or weir higher than 2 m	0
Sub-total, S_5	/3
Sub-indicator score, PF_5	$1-(S_5/3)$
Longitudinal-continuity barrier (LoCB)	
N = number of intact instream structures (weirs or dams) that span the river width, located between the site and the mouth, and lacking a dedicated fishway; measured from a map/aerial photograph	
N ≥ 10	3
10 > N ≥ 5	2.5
5 > N ≥ 3	2
3 > N ≥ 2	1.5
N = 1	1
N = 0	0
Sub-total, S_6	/3
Sub-indicator score, PF_6	$1-(S_6/3)$

중국의 TRA 기법의 평가방법은 SVAP, LAWA, AusRivAS와 같은 주 항목의 점수 또는 등급을 판단하고, 값을 구하는 것과는 다르게 6개의 주 항목에서의 최대 점수로 해당 조사 항목의 점수를 나누고, 물리적 형태의 총점을 계산하여 등급을 판단하는 기법이다.

3. 평가대상 지역

국내·외 하천 교란 평가 기법의 적용성을 판단하기 위해, 청미천을 대상으로 경기 용인시 원삼면에서 여주군 점동면 장안리까지 구간 중 약 37.56 km의 한 지류를 대상으로 하였다. 유역내 토지이용현황은 농경지 187.24 km^2(31.5 %), 임야 299.46 km^2(50.3 %), 대지 14.49 km^2(2.4 %), 하천 및 제방 21.95 km^2(3.7 %), 기타 71.99 km^2(12.1 %)로 임야의 구성비율이 가장 크며 다음은 농경지이다. 노탑고무보의 제원 및 현황은 표 6과 같다. 본류의 하상물질은 대부분 자갈 및 모래로 구성되어 있으며, 평균 하상경사는 1/1,200 ~ 1/900 의 완경사를 이루고 있다. 청미천의 하천 교란 평가 지점은 노탑고무보 설치지점에서 하류로 1,600 m 이며 총 4지점에서 평가하였다(그림 1).

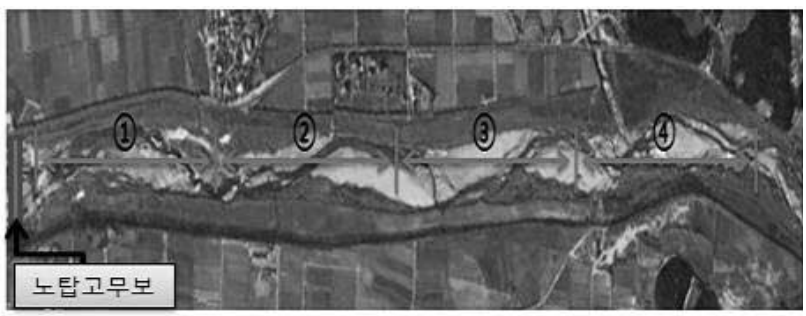

그림 1. 청미천의 하천평가 구간

표 6. 노탑고무보 제원 및 현황(국토해양부, 2011)

구 분	제 원	보 현황
위 치	· 이천시 장호원읍 장호원리	
폭 (m)	· 118.3	
연장 (m)	· 10.0	
높이 (m)	· 2.2	
용 도	· 농업용수취수	
관개면적 (ha)	· 71	
취 수 량	· –	
어도설치 여부	· 미설치	
설치 년도	· 1998	

본 연구에서 물리적 평가를 위한 자료 구성을 위해 측정지역의 지형자료는 청미천 하천정비기본계획(국토해양부, 2011) 자료를 사용하였다. 평가방법은 미국 USDA(1998)의 물리적 평가방법인 SVAP, 독일의 LAWA(2000), 호주 Environment Australia(2000)의 물리적 평가 방법인 AusRivAS, 중국 CRAES (2012)의 물리적 평가 방법인 TRA를 적용하였다. 한국의 평가방법은 하천 교란 백서에서와 같이 호주의 AusRivAS와 유사한 방법으로 판단된다. 표 7은 총 4가지의 물리적 평가방법에 따른 등급 부여 기준을 나타낸 것으로서 하천 자료 추출 및 평가 시에 하천의 교란 양상을 볼 수 있는 평가 지표이다.

표 7. SVAP, LAWA, AusRivAS 및 TRA의 물리적 평가 등급 부여 기준

	Structure grade	Index	Condition category
SVAP	1	〈 6.0	Poor
	2	6.1–7.4	Fair
	3	7.5–8.9	Good
	4	〉 9.0	Excellent
	Structure grade	Index	Condition category
LAWA	1	1.0~1.7	Very Good
	2	1.8~2.6	
	3	2.7~3.5	Good
	4	3.6~4.4	Normal
	5	4.5~5.3	Lack
	6	5.4~6.2	Bad
	7	6.3~7.0	
	Structure grade	Index	Condition category
AusRivAS	1	200~160	Very Good
	2	160~120	Good
	3	120~80	Fair
	4	80↓	Poor
	Structure grade	Index	Condition category
TRA	1	1.0	Poor
	2	0.7	Fair
	3	0.4	Good
	4	0.2	Very Good

4. 적용결과

각 국의 평가방법을 토대로 대상지역을 400 간격으로, 4 지점으로 구분하여 조사하였다(그림 1). 실측자료를 통해 각 국에서 사용되는 방법을 각 평가지표에 맞게 하천의 물리적 평가를 실시하였다(표 8).

표 8. SVAP, LAWA, AusRivAS 및 TRA의 물리적 평가

	Classification	Structure grade	Index	Condition category
SVAP	1지점	3	6.6	Fair
	2지점	2	7.6	Good
	3지점	2	8.8	Good
	4지점	3	6.4	Fair
LAWA	1지점	3	2.62	Good
	2지점	3	3.22	Good
	3지점	3	2.81	Good
	4지점	4	4.16	Normal
AusRivAS (한국)	1지점	2	122	Good
	2지점	3	115	Fair
	3지점	2	129	Good
	4지점	3	119	Fair
TRA	1지점	2	0.84	Good
	2지점	2	0.82	Good
	3지점	2	0.82	Good
	4지점	2	0.8	Good

미국의 SVAP를 통하여 결정된 물리적 평가등급은 2등급에서 3등급으로 '우수'와 '양호'로 평가되었다. 독일의 LAWA에 의한 물리적 평가등급은 2등급에서 3등급으로 '우수'와 '양호'로 평가되었다. AusRivAS에 의한 하천의 교란 평가의 등급을 종합해보면 2등급에서 3등급으로 '우수'와 '양호'로 나타났다. 중국의 TRA에 의한 물리적 평가등급은 2등급의 '우수'로 평가되었다. 4가지 방법 모두 '우수' 또는 '양호'로 나타났으나 지점별로 다소 차이가 있다. 국내의 물리적 교란 평가기법은 호주의 RAS 기법과 유사한 기법으로 같은 결과로 나타났다.

5. 결 론

국외의 하천 교란 평가기법인 미국의 SVAP 기법, 독일의 LAWA 기법, 호주의 AusRivAS 기법, 중국의 TRA 기법을 보가 설치된 청미천의 일부구간에 적용하였다. 적용결과 호주의 평가기법을 사용하고 있는 우리나라의 하천 교란 평가기법과 국외의 평가기법의 등급에는 큰 차이는 확인되지 않았다.

미국의 평가기법인 SVAP는 국내의 물리적 평가기법과는 다르게 홍수로 인한 물의 방류와 둑의 파괴, 서식처의 영향을 평가 항목에 추가하여 더 정확하게 평가함을 확인하였다. 또한 국내의 평가기법과 호주의 물리적 평가기법은 하상재료의 굵기가 크고 다양하며 경사가 급한 상류의 하천이 유리한 반면, 하상재료가 가늘고 하상경사가 완만한 하류의 하천에서는 불리하게 나타남을 확인하였다. 중국의 물리적 평가기법인 TRA는 평가 결과를 비율로써 평가한다는 것은 조사자의 시각에 따라 하천의 등급이 달라질 수 있는 점을 확인하였다.

하상재료를 세부적으로 평가하는 LAWA 기법과 TRA 기법의 특성을 반영하면 보다 정확한 하천평가가 될 것이라고 판단된다. 또한 국내와 유사한 호주의 물리적 평가기법인 AusRivAS기법은 하천의 유형을 세분화시키고 하천의 깊이, 깊이의 다양성과 같은 횡단면과 종단면의 평가항목을 사용하는 LAWA의 항목을 추가하여 보완함이 필요하다. 국내 평가기법에 홍수의 영향에 대한 수문학적 변화의 평가와 TRA의 세밀한 제방조사 기법을 보완하면 호주의 AusRivAS 평가기법 보다 향상된 평가기법을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 건설기술혁신사업의 연구비 지원(12기술혁신CO2)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 건설교통부 (2011). 청미천 하천정비기본계획.
2. 최계운, 김혜주, 박종식, 한만신 (2010). "LAWA 기법을 사용한 도시 자연형하천의 물리적 구조평가." 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제43권, 제5호, pp. 421-431.
3 한국수자원공사 (2008). 하천교란백서.
4. Chinese Research Academy of Environmental Sciences(CRAES) (2012). *Technical Regulation for Assessment of River Health*.
5. Environment Australia (2000). *REVIEW OF PHYSICAL RIVER ASSESSMENT METHODS: A BIOLOGICAL PERSPECTIVE*.
6. Lnderarbeits-gemeinschaft Wasser(LAWA) (2000). *Gewässerstrukturgütekartierung in der BRD. 1. Auf. Schwerin*.
7. United States Department of Agriculture(USDA) (1998). *Stream Visual Assessment Protocol*.