

하구의 지형적·자연서식지·이용개발 특성에 따른 유형 분류

이강현¹ · 노백호² · 조현정¹ · 이창희*¹

¹명지대학교 환경생명공학과

²한국환경정책평가연구원

Estuary Classification Based on the Characteristics of Geomorphological Features, Natural Habitat Distributions and Land Uses

KANG-HYUN LEE¹, BAIK-HO RHO², HYUN-JEONG CHO¹ AND CHANG-HEE LEE*¹

¹Department of Environmental Engineering and Biotechnology, Myongji University

²Korea Environment Institute

하구의 체계적인 관리를 위해서는 하구의 특성과 분포를 반영한 분류가 먼저 이루어져야 한다. 이 연구에서는 지리정보시스템, 고해상도 항공사진 및 지형도 등을 사용하여 우리나라의 463개 하구의 특성과 분포를 파악하였고, 이들 하구의 하구순환 유지 여부, 지형적 특성, 자연서식지 특성, 이용개발 특성에 기초하여 유형을 분류하였다. 하구순환이 이루어지는 235개의 '열린하구'는 지형적 특성에 따라 '산지/절벽형', '사취형' 및 '깔대기형'으로 구분하였으며, 각 유형에 속하는 하구는 각각 41, 87, 107개로 분류되었다. 구분된 각 하구는 다시 자연서식지 특성과 이용개발 특성에 따라 3가지 유형으로 세분하여, 열린하구는 총 9개의 유형으로 구분하였다. 하구순환이 차단된 228개의 '닫힌하구'는 차단 형태에 따라 '직접차단'과 '하구호' 형성에 의한 간접차단으로 구분하였다. 직접차단 형태의 하구를 다시 자연서식지 및 이용개발 특성에 따라 3가지 유형으로 세분하였으며 각 유형에 속하는 하구는 각각 25, 64, 55개로 분류되었다. 간접차단 하구는 84개가 파악되었으나 세분하지 않아 닫힌하구는 총 4개의 유형으로 구분되었다. 이 유형분류 체계는 하구의 지형적 특성, 자연서식지의 현황 및 토지이용 특성을 모두 반영하고 있어 국가 차원의 하구관리에 있어서 우선순위를 결정하고 관리방향을 설정하는 데 효과적으로 활용할 수 있다.

Classification of estuaries based on their multi-component and multidisciplinary processes is important for the systematic management of estuaries. In this study, an integrated GIS-based analysis system including high resolution aerial photographs and topographic maps was used to classify 463 estuaries based on estuarine circulation pattern, geomorphological feature, natural habitat distribution and characteristics of land use. These estuaries were divided into two basic types, open and closed. Two hundred and thirty five systems were open estuaries comprising of forty one mountainous type (OM), eighty seven sandpit type (OS) and one hundred seven funnel type (OF). Each type of open estuary was further classified into three types based on habitat distribution and land use characteristics resulting in total nine types of open estuaries. Two hundred and twenty eight estuaries were closed systems comprising of one hundred and forty four blocked type (CB directly) and eighty four lake type (CL, indirectly). CB type estuary was further classified into three types based on habitat distribution and land use characteristics. This estuarine classification scheme can be applied to provide a framework for effective management strategies of individual estuaries to estimate the management priority and strategy.

Keywords: estuary, Korean estuaries, estuary classification, estuary characteristics

서론

미국 '하구 프로그램(National Estuary Program)'의 법적 근거인 '수질환경법(Clean Water Act)'에서는 하구(河口; estuary)를 "개방된 바다에 자연적으로 연결된 강, 시내 또는 그 밖의 수계 어귀의 모두 또는 일부분으로서, 해수가 육지 유역으로부터 유입되

는 담수와 상당한 희석이 이루어지는 곳" 이라고 규정하고 있다. 이렇듯 전이수역으로서의 특성을 지닌 하구는 독특한 자연환경으로 매우 높은 생태적 가치를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 현재 국내에는 하구를 체계적으로 관리하기 위한 법적 제도가 없으며, 하구관리체제가 육상과 해양으로 지역적으로 구분되어 있어 통합적인 관리가 어려운 상태이다. 최근 하구의 환경적 가치에 대한 관심이 늘어나면서 하구 관리와 연구가 이루어지고 있지만, 일부 대규모 하구에 집중되어 지방하천 규모의 하구는 기초자

*Corresponding author: changhee@mju.ac.kr

료도 제대로 파악되지 못한 상태이다. 하구 관리는 해당 하구가 가지는 관리상의 중요성, 하구의 환경적 특성, 관리 여건 등에 따라 다르게 접근되어야 하므로, 다양한 형태와 특성을 보이는 하구 환경의 통합관리를 위해서 우리나라 하구의 특성과 분포를 정확히 파악하고 이에 대한 체계적인 유형분류가 이루어져야 한다(이 등, 2001).

이러한 문제의식을 근거로 하여, 본 연구의 목적은 우리나라의 모든 하구에 적용할 수 있는 유형분류체계를 제시하는 것으로 설정하였으며, 이를 위하여 기존의 연구사례에서 제시한 하구 목록을 체계적으로 분석하였다. 국내 선행연구 분석을 통하여 하구의 정의를 규정함에 있어 통일성이 다소 부족하며, 인공구조물과 연안개발의 특성 등 지형 변화에 따른 하구 목록의 차이가 발생하므로, 하구의 정의를 확립하여 하구목록 및 분포 파악이 필요하다.

이에 본 연구는 선행연구 분석을 통해 하구의 정의를 재정립하고 이에 따른 하구 목록 및 분포를 파악하였다. 또한 하구의 지형적 특성뿐만 아니라 자연서식지 특성, 이용개발 특성을 반영할 수 있는 지표를 선정하고, 이를 바탕으로 국내 하구의 유형을 분류할 수 있는 분류체계를 제시하였으며, 제시한 분류체계로 국내 하구의 유형을 분류하였다.

연구방법

기존 연구에서 제시된 하구의 유형분류를 살펴보면 하구관리의 목적과 수준에 따라 다양한 분류체계를 가지고 있음을 알 수 있다. 미국의 하구연구보전시스템(National Estuarine Research Reserve System)에서는 생물학적, 지리적 특성을 토대로 11개의 생물지리 지역으로 구분하고 이를 다시 29개의 세부 지역으로 나누어 우선순위를 정하여 관리하고 있다. 미국 오리건 주(1987)는 하구의 자연성과 개발 정도에 따라 자연하구, 보전하구, 저개발하구, 고개발하구로 구분하였다. Virginia *et al.*(2007)은 물리적 특성, 수리학적 특성을 바탕으로 138개의 하구유역을 9개 유형으로 구분하였다. 하구의 물리적, 수리학적 특성은 하구의 기능을 추측할 수 있기 때문에, 하구의 민감성 예측 및 관리를 통해 연안자원을 보호하고 관리하는데 사용될 수 있다. 그러나 이러한 분류방법은 생물지리적 형태가 단순하고 개발의 형태가 다른 우리나라에 적용하기에는 어려움이 있다.

영국은 하구의 생성기원과 형태적 특성을 고려하여 7가지 유형으로 하구를 분류하였다. 하구의 생성기원을 ‘빙하기원’, ‘침수된 하천계곡’, ‘해양/하천기원’, ‘침수된 연안평지’의 4가지 유형으로 구분하고 형태적 특성으로 이를 다시 세분하였다(Defra, 2002). 이 분류체계는 정밀한 자료를 요구하지 않아 우리나라에도 적용할 수 있지만 생성기원에 있어 큰 차이가 없는 우리나라(남한)의 경우 구분유형의 단순화라는 문제점이 있을 수 있다.

뉴질랜드의 Hume and Herdendorf(1988)는 하구를 지형학적 특성에 따라 5가지 유형으로 구분하고, 유역특성, 연안의 수리학적 및 퇴적학적 과정을 반영하여 16개의 세부유형으로 형태적 특성을 구분하였다(Townend *et al.*, 2000 재인용). 이러한 뉴질랜드의 하구환경분류체계는 하구에 영향을 미치는 물리적 과정(기후, 해양, 하천, 유역)에 따라 하구의 물리적 특성 차이가 발생하며, 이는 생물학적 요소에 영향을 미친다는 개념을 기반으로 한 방법론

이 적용되었다(Hume *et al.*, 2007)

Digby *et al.*(1998)은 호주의 780개 하구를 기후에 따른 조차에 의해 11개의 유형으로 구분하고 조차가 보통이상일 경우에는 중간대의 비율로 이를 세분하였다. Edgar *et al.*(2000)은 소규모를 제외한 호주 태즈메이니아 주의 111개 하구를 물리적 특성과 생물학적 특성으로 9가지 유형으로 분류하고, 인간에 의한 영향을 6단계로 구분하여 이를 바탕으로 보존의 중요성이 높은 하구 유형을 선정하였다. Boyd *et al.*(1992)은 하구의 지형학적 특성과 기능을 결정하는 기본적인 요소인 파랑, 조석, 수계에너지(하천의 유량으로 대표됨)의 상대적인 중요도를 하구분류의 기준으로 채택하였다. 이를 바탕으로 Heap *et al.*(2001)은 지형학적 특성과 에너지의 상대적 분포를 기준으로 하여 780개의 하구를 7가지 유형으로 구분하였고, Ryan *et al.*(2003)은 974개의 하구를 7가지 유형으로 구분하였다. 또한, Heap *et al.*(2001)은 하구의 자연환경상태를 자연생태계 면적, 토지이용, 유역수문상태, 조석 특성, 범람원 상태, 하구이용 유형, 생물종 유입정도, 하구생태의 8가지 특성을 토대로 자연형 하구, 저훼손 하구, 중훼손 하구, 고훼손 하구의 4가지 형태로 구분하였다.

호주의 분류체계는 하구의 자연환경 특성을 고려한 과학적인 방법론에 기초하고 있지만, 하구환경에 영향을 미치는 유역의 사회경제 활동 부분을 반영하지 못하는 단점이 있어 관리적인 측면에서의 유용성은 다소 부족한 면이 있다(이 등, 2005). 우리나라의 경우, 지방하천 규모의 하구는 유형분류에 필요한 파랑, 조석 및 유량에 대한 자료가 부족하고, 하구개발이 이루어진 경우에는 적용성이 다소 떨어져, 호주의 분류체계를 그대로 적용하기에는 다소 한계가 있다.

국내에서 이루어진 하구분류에 대한 연구사례를 살펴보면(이 등, 2001), 압력-상태-대응구조(P-S-R framework)를 이용하여 국가하천규모 13개와 지방하천규모 4개 하구를 대상으로 압력지표 6개, 상태지표 6개, 대응지표 5개의 모두 17개의 지표를 이용하여 하구 유형을 분류하였다. 이는 환경과 인간의 사회경제활동 간의 관계를 통한 분류방법으로, 하구의 보호, 복원, 개선 등 관리의 우선순위 설정에는 유용하지만, 지표가 완벽하게 독립적이지 않아 지표 간 영향 파악 및 정량화에는 어려움이 있으며 지표 간 가중치를 고려하지 못한다는 한계가 있다. 또한, 하구의 지형, 물리적 조건, 인공구조물과 같은 인위적인 요인을 반영하지 못한다는 문제점이 있다.

이 등(2004)은 하구순환의 유지여부, 지형적 특성 및 이용개발 특성을 고려한 분류체계를 제시하고 있으며, 하구독 설치 여부, 지질-지형학적 특성, 이용개발 특성을 분류 기준으로 하여, 국가하천 규모의 13개와 지방하천규모의 4개 하구의 유형을 분류하였다. 그러나 지방하천규모의 하구 분류에 사용되는 물리화학적 자료가 부족하여 적용하기에 다소 한계가 있다.

한경부(2007)는 고해상도 영상자료를 통해 확인할 수 있는 하구구조물, 자연해안선, 습지 등의 지표를 중심으로 지방 수계 이상의 모든 하구를 분류하고 있다. 고해상도 영상자료를 이용한 이 분류체계는 이해가 쉽고, 소규모 하구에도 적용할 수 있으며, 하구의 자연적인 특성뿐만 아니라 이용 특성도 함께 고려하기 때문에 관리의 우선순위를 설정하는데 있어 유용하다. 그러나 하구 구조물의 구체적인 종류와 하구서식지의 특성이 분류체계에 반영되

Table 1. Examples of estuary classification

	Classification standard	Reference
USA	Ecosystem types, physical characteristics	NERRS
	Level of development	The Oregon estuary plan book(1987)
	Physical and hydrologic characteristics	Virginia <i>et al.</i> (2007)
UK	Origin and geomorphological characteristics	Defra(2002)
New Zealand	Geomorphology and oceanographic characteristics	Hume and Herdendorf(1988)
	Physical and ecological characteristics	Hume <i>et al.</i> (2007)
Australia	Climate, tidal range, intertidal proportion	Digby <i>et al.</i> (1998)
	Similarities in physical attributes, biological patterns, level of anthropogenic disturbance	Edgar <i>et al.</i> (2000)
	Influence of wave, tide and river energies, geomorphology	Boyd <i>et al.</i> (1992), Heap <i>et al.</i> (2001), Ryan <i>et al.</i> (2003)
	Condition of physical characteristics	Heap <i>et al.</i> (2001)
South Korea	Pressure-state-response framework	Lee <i>et al.</i> (2001)
	Estuarine circulation pattern, geomorphological, land use characteristics	Lee <i>et al.</i> (2004)
	Estuarine circulation pattern, geomorphological characteristics, habitat distribution	Ministry of Environment(2007)

Table 2. Data used for identifying estuarine characteristics

	Data	Source
Raw data	River inventory	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2007)
	Topographic map (1:25,000)	National Geographic Information System (NGIS)
Image date	High resolution aerial photography (50cm)	Daum sky view
GIS data	River and stream map, Facility (weir, barrage, dike) location map	Water Management Information System (WAMIS)
	Land cover map (1:25,000)	Environmental Geographic Information System (EGIS, 2007)
	Habitat data	Topographic map (1:25,000)

지 않는다는 단점이 있다.

기존 유형분류체계를 보완하기 위해서는 하구의 자연적인 상태와 하구 이용개발의 특성을 반영하여야 하고, 대규모 하구뿐만 아니라 중소규모의 하구에도 적용할 수 있으며, 기존의 수계관리, 연안관리 등과 연계성 확보가 가능하여야 한다. 이러한 특성 또는 지표는 고해상도 위성영상과 단기간의 현지조사를 통해 획득할 수 있으므로, 다음의 자료(Table 2)를 바탕으로 하구의 분포와 특성을 조사하고, 명확한 식별이 어려운 지역은 현지 조사로 보완하였다.

우선 우리나라 하구의 정확한 목록과 분포를 파악하였다. 유형 분류를 위한 하구의 특성은 환경부(2007)의 분류체계에 근거하되, 하구의 순환유지 여부, 자연서식지의 상태, 이용개발 특성을 중심으로 세분화하여 파악하였다. 또한 갱신된 자료와 현지답사를 통해 기존연구에서 누락된 하구를 파악하였으며, 하구의 특성을 보

다 정확하게 조사하였다. 이를 바탕으로 이 연구에서 제안하는 하구유형분류체계를 환경부(2007)의 기존 분류체계와 비교하면, 다음 표(Table 3)와 같다.

연구결과 및 고찰

하구의 분포

이 연구에서는 미국의 청정수법에 따라 하천이 개방해역과 연결된 경우를 하구로 정의하였다. 이 정의에 따르면 하구둑, 배수갑문으로 하구순환이 차단되어 있을 때에는 하구로 정의할 수 없으나, 향후의 하구정책이 하구순환을 복원하는 방향으로 적극적으로 진행될 것이라는 점을 고려하여(이 등, 2007), 인공구조물이 건설되기 이전상태를 기준으로 하여 연안 해역으로 직접 유입되는

Table 3. Comparison of estuary classification system

	Estuarine circulation	Geomorphological characteristics	Habitat distribution	Land use characteristics	Estuary type
Present study	Open estuary	- Mountain/cliff - Sandspit - Funnel	- Existence - Absence	- Low development - High development	9 type
	Closed estuary	- Blocked - Estuary lake	- Existence - Absence	- Low development - High development	4 type
Ministry of Environment, Korea (2007)	Natural estuary	- Absence	- Existence - Absence - Absence (waterway)	- Existence - Absence	3 type
	Artificial estuary	- Estuary barrier & water gate - Waterway & water gate - etc.	- Absence (Estuary lake) - Absence (waterway)	- Absence	3 type

Table 4. The number of estuaries in Korea

Watershed	Estuary		Total
	National river	Regional river	
Hangang (river)	2	67	69
Yeongsangang (river)	2	55	57
Seomjingang (river)	1	70	71
Geumgang (river)	4	63	67
Nakdonggang (river)	5	159	164
Jeju	-	35	35
Total	14	449	463

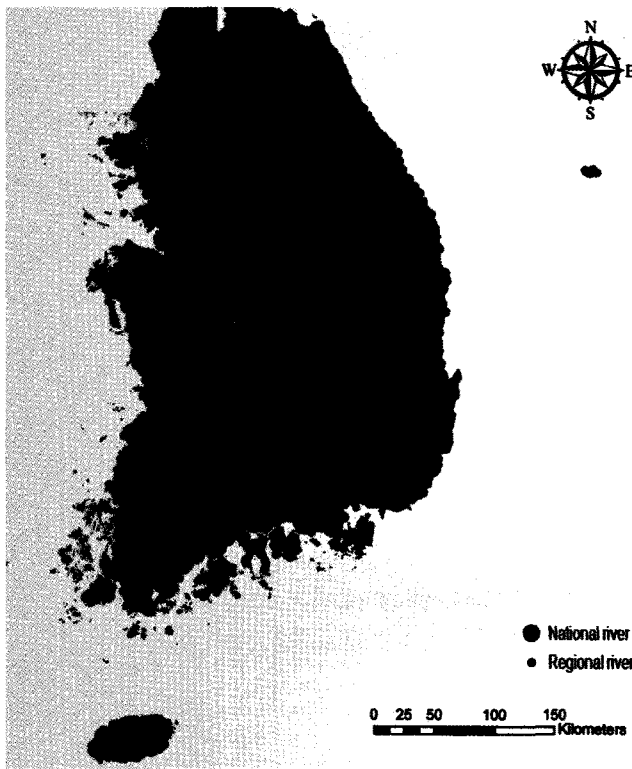


Fig. 1. Location of estuaries in Korea.

하천의 경우를 하구로 정의하였다. 또한 각 지류의 하구는 본류에 포함시켜 하나의 하구로 간주하였다¹⁾.

설정된 하구의 정의와 기준에 따라, 우리나라에서 하구로 정의할 수 있는 하천 목록을 파악하였다. 소하천을 제외한 3,832개의 하천(국토해양부, 2007) 중에서 463개의 하천이 하구로 파악되었으며, 지방하천 규모의 하구가 449개로 전체 하구의 97%를 차지하는 것으로 나타났다.

Table 5. The number of Open- and Closed-Estuaries which are classified according to estuarine circulation

Type	Watershed						Total
	Hangang	Yeongsangang	Seomjingang	Geumgang	Nakdonggang	Jeju	
Open-Estuary	35	11	33	6	117	33	235
Closed-Estuary	34	46	38	61	47	2	228
Total	69	57	71	67	164	35	463

¹⁾ 예를 들어, 한강의 지류인 임진강은 한강하구에 포함하였다.

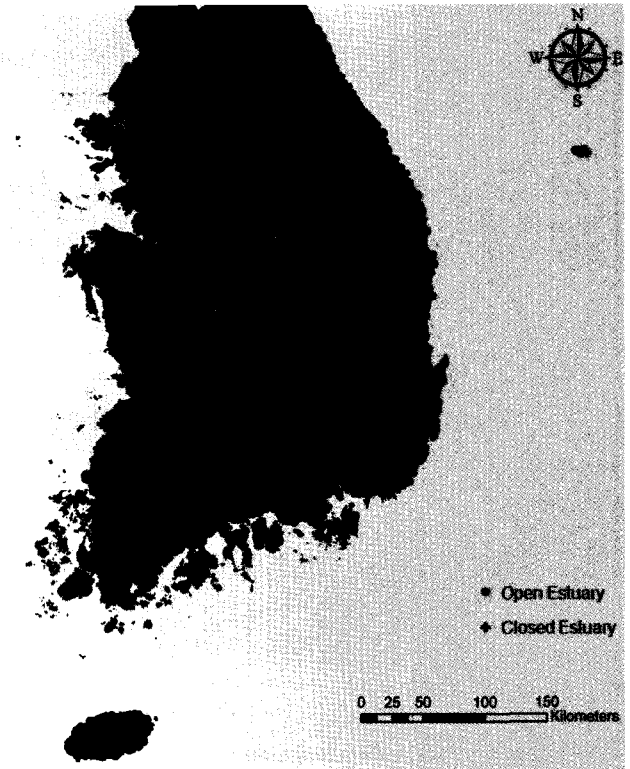


Fig. 2. Location of estuaries classified by estuarine circulation.

하구생태계의 가치는 하천수계가 바다와 연결되어 하구순환이 자유롭게 일어나 하구습지 등 하구생태계를 이루는 요소들이 잘 보존되어 있는지에 따라 결정되므로, 하구순환을 하구구분의 중요한 요소로 설정하였다. 그리하여 자연적인 하구순환이 유지되는 하구를 ‘열린하구’로 정의하고, 하구둑, 배수갑문 등에 의해 하구순환이 차단된 하구를 ‘닫힌하구’로 정의하였다. 열린하구는 235개로 동해안과 남해안, 제주지역에 많이 분포하고 있으며, 닫힌하구는 228개로 주로 서해안과 남해안에 분포하고 있는 것으로 파악되었다.

열린하구의 특성 및 유형분류

그동안 국내 선행연구에서 제시되었던 하구유형 분류체계는 유역으로부터의 입력과 물리화학적 수질상태에 초점을 두고 있는 경우가 대부분이다. 그러나 이 연구에서는 하구생태계의 특성을 보다 현실적으로 반영하기 위해 하구서식지의 특성을 추가하여, 하구의 지형적 특성, 자연서식지 특성과 이용개발 특성을 중심으로 열린하구(Open estuary)를 분류하였다(Table 7).

우리나라는 하구의 지형적인 특성을 구분하기 위한 정량적 자료가 부족하므로 유형분류를 위해서 호주의 경우처럼, 파랑, 조석, 수계에너지와 같은 기준을 적용할 수 없다. 그래서 하구의 지질과

지형적 특성을 추측할 수 있는 요소로서 하천 말단의 형태로 하구의 지형적 특성을 구분하였다. 하천 말단이 퇴적된 모래로 일부 또는 전부가 차단된 형태인 '사취(Sandspit)로 막힘'형, 하천 말단

Table 6. List of estuary in Korea

Watershed	Type	Estuary
Hangang**	Open Estuary	Hangang(한강)*, Gagogcheon(가곡천)***, Gangleungnamdaechon(강릉남대천), Gyeongpocheon(Gangleung)(경포천(강릉)), Gwangjeongcheon(광정천), Gunseoncheon(군선천), Namcheon(Goseong)(남천(고성)), Dongmyeongcheon(동명천), Maepuchon(마읍천), Mun-amcheon(문암천), Mulchicheon(물치천), Bugcheon(북천), Sacheoncheon(사천천), Samcheogospicheon(삼척오십천), Sampocheon(삼포천), Sanguncheon(상운천), Sinlicheon(신리천), Ssangcheon(쌍천), Anhyeoncheon(안현천), Yangyangnamdaechon(양양남대천), Yeonggogcheon(연곡천), Ohocheon(오호천), Yongchoncheon(용촌천), Imwoncheon(임원천), Jasancheon(자산천), Jangsuecheon(장수천), Jeoncheon(전천), Jeongdongjincheon(정동진천), Jusuecheon(주수천), Cheonjincheon(천진천), Cheongchocheon(청초천), Chuchon(추천), Haesongcheon(해송천), Hosancheon(호산천), Hwasangcheon(화상천)
	Closed Estuary	Anseongcheon(안성천), Geomdancheon(검단천), Gongchoncheon(공촌천), Gysancheon(교산천), Giljeongcheon(길정천), Namyangcheon(남양천), Namjeoncheon(남천천), Naegacheon(내가천), Dasongcheon(다송천), Deoghacheon(덕하천), Donglagcheon(동락천), Donghwacheon(동화천), Banwolcheon(반월천), Barancheon(발안천), Banglimcheon(방림천), Botongcheon(보통천), Samgocheon(삼거천), Samdongamcheon(삼동암천), Samheungcheon(삼흥천), Seogjeongcheon(석정천), Sungleungcheon(승릉천), Seunggicheon(승기천), Singilcheon(신길천), Sinnamcheon(신남천), Sincheon(신천), Simgogcheon(심곡천), Ansancheon(안산천), Eoeuncheon(hwaseong)(어은천(화성)), Onsucheon(온수천), Eunhaengcheon(은행천), Jaancheon(자안천), Janghyeoncheon(장현천), Jucheongcheon(주청천), Ponaechon(포내천)
Jeu	Open Estuary	Gasicheon(가시천), Goseongcheon(고성천), Geumseongcheon(금성천), Daepocheon(대포천), Dogeuncheon(도근천), Dosuncheon(도순천), Donghongcheon(동홍천), Bomogcheon(보목천), Sanjicheon(산지천), Samsuecheon(삼수천), Seojeungcheon(서중천), Sowangcheon(소왕천), Songcheon(Jeu)(송천(제주)), Susancheon(수산천), Sinlyecheon(신례천), Sinheungcheon(jeu)(신흥천(제주)), Aggeuncheon(악근천), Yeonocheon(연외천), Yelaechon(예래천), Ongpocheon(옹포천), Wonjangcheon(원장천), Uigwicheon(이귀천), Ihocheon(이호천), Jeonpocheon(전포천), Jongnamcheon(종남천), Jungmuncheon(중문천), Changgocheon(창고천), Cheonmicheon(천미천), Hanlimcheon(한림천), Hancheon(한천), Hwabuscheon(화북천), Hoesuecheon(회수천), Hyodoncheon(효돈천)
	Closed Estuary	Byeongmuncheon(병문천), Heulcheon(흘천)
Yeongsangang	Open Estuary	Tamjingang(탐진강), Gwanggakcheon(광각천), Damamcheon(담암천), Bugseongcheon(북성천), Bulgabcheon(불갑천), Sanjeongcheon(산정천), Sincheon(Jin-do)(신천(진도)), Wolsancheon(월산천), Jujincheon(주진천), Chosangcheon(초상천), Hyangdongcheon(향동천)
	Closed Estuary	Yeongsangang(영산강), Gahagcheon(가학천), Galgogcheon(갈곡천), Gyegogcheon(계곡천), Goguncheon(고군천), Guamcheon(구암천), Gunnaechon(군내천), Geumjacheon(금자천), Namcheon(Haenam)(남천(해남)), Naegogcheon(내곡천), Madongcheon(마동천), Mapacheon(마파천), Manhwacheon(만화천), Baekcheon(Buan)(백천(부안)), Beopjangcheon(법장천), Sanmagcheon(산막천), Samsancheon(삼산천), Sangdudongcheon(상두동천), Seogyocheon(석교천), Seogpocheon(석포천), Songjicheon(Haenam)(송지천(해남)), Sinchangcheon(신창천), Yanggancheon(양간천), Odongcheon(오동천), Ogcheon(옥천천), Watancheon(와탄천), Yonggyecheon(용계천), Yongjangcheon(용장천), Unsancheon(운산천), Wondangcheon(원당천), Wolhacheon(월하천), Yuyudongcheon(유유동천), Uisicheon(의신천), Jalyongcheon(자룡천), Jangsacheon(Gochang)(장사천(고창)), Jugamcheon(죽암천), Jisancheon(자산천), Cheonggyecheon(청계천), Chudongcheon(춘동천), Taebongcheon(Muan)(태봉천(무안)), Haggyecheon(학계천), Haenamcheon(해남천), Haelicheon(해리천), Haeuncheon(해운천), Hyeonsancheon(현산천), Hwasancheon(화산천)
Seonjingang	Open Estuary	Seomjingang(섬진강), Gyeongcheon(가영천), Gangjincheon(강진천), Gwangyangseocheon(광양서천), Guncheon(군외천), Namsangcheon(남상천), Daegucheon(대구천), Daeyacheon(대야천), Donglyongcheon(동룡천), Donghaechon(동해천), Beolgyocheon(별교천), Bonggangcheon(봉강천), Samducheon(삼두천), Sangamcheon(상암천), Seoghyeoncheon(석현천), Seonghwangcheon(성황천), Sumuncheon(수문천), Sueocheon(수어천), Suncheondongcheon(순천동천), Sinpyeongcheon(신평천), Sinhagcheon(신학천), Yeondeungcheon(연등천), Yeonhwacheon(연화천), Yeongpungcheon(영풍천), Ocheoncheon(오천천), Yongsancheon(용산천), Jugcheongcheon(죽청천), Childongcheon(칠동천), Chillyangcheon(칠량천), Honggeocheon(홍거천), Hwayangcheon(화양천), Hwajugcheon(화죽천), Hoecheoncheon(회천천)
Seonjingang	Closed Estuary	Gangsancheon(강산천), Goepuchon(Inma)(고읍천(인마)), Goepuchon(Handong)(고읍천(한동)), Goheungcheon(고흥천), Gusuecheon(구수천), Namsuecheon(남수천), Daegangcheon(대강천), Daegumicheon(대구미천), Daedeogcheon(대덕천), Daesincheon(대신천), Doamcheon(도암천), Dohwacheon(도화천), Dolsancheon(돌산천), Duamcheon(두암천), Duwoncheon(두원천), Malyangcheon(마량천), Masuecheon(마수천), Buhwangcheon(부황천), Bajeongcheon(사정천), Sangheungcheon(상흥천), Songgokcheon(송곡천), Songsancheon(송산천), Sinheungcheon(신흥천), Ssangbongcheon(쌍봉천), Annamcheon(안남천), Yangjicheon(Goheung)(양지천(고흥)), Yangchoncheon(양촌천), Yeongheungcheon(영흥천), Yedangcheon(예당천), Wauecheon(와우천), Usancheon(Goheung)(우산천(고흥)), Wolseongcheon(월성천), Yulchoncheon(율촌천), Joseongcheon(조성천), Jungheungcheon(중흥천), Cheonglyongcheon(청룡천), Poduchon(포두천), Heungchoncheon(흥촌천)

Table 6. (continued)

Nakdonggang	Open Estuary	Gahwacheon(가화천), Taehwagang(태화강), Hyeongsangang(형산강), Gohyeoncheon(고현천), Goggangcheon(곡강천), Gonyangcheon(곤양천), Gwangogcheon(관곡천), Gwangdocheon(광도천), Gwangcheon(광천), Goejeongcheon(괴정천), Gumancheon(구만천), Geumbongsancheon(금봉산천), Geumyangcheon(금양천), Geumjeoncheon(금전천), Geumcheon(금천), Geumpyeongcheon(금평천), Nagogcheon(나곡천), Nasancheon(나산천), Namdaecheon(Eumnam)(남대천(읍남)), Namdaecheon(Jigsaw)(남대천(직산)), Namcheon(Changwon)(남천(창원)), Daengcheon(냉천), Dacheoncheon(다천천), Daegogcheon(대곡천), Daejangcheon(대장천), Daejongcheon(대중천), Daejipocheon(대지포천), Daehwacheon(대화천), Deoggogcheon(덕곡천), Deogpocheon(덕포천), Dongbaegcheon(동백천), Dongsancheon(동산천), Dongcheon(Busan)(동천(부산)), Dongcheon(Jinhae)(동천(진해)), Dumocheon(두모천), Dundeogcheon(둔덕천), Maamcheon(마암천), Milyongcheon(미룡천), Baeduncheon(배둔천), Baeglogcheon(백록천), Baegcheon(Sacheon)(백천(사천)), Byeongsancheon(병산천), Bonghyeoncheon(봉현천), Bugucheon(부구천), Sagokcheon(사곡천), Sadeungcheon(사등천), Sacheongang(사천강), Sanyangcheon(Geje)(산양천(거제)), Sanhacheon(산하천), Samyulcheon(삼울천), Samcheonpocheon(삼천포천), Samhocheon(삼호천), Sangdeogcheon(상덕천), Seosancheon(서상천), Seojeonglicheon(서정리천), Sodongcheon(소동천), Songjeongcheon(Nogsan)(송정천(녹산)), Songjeongcheon(Songjeong)(송정천(송정)), Songjicheon(Sacheon)(송지천(사천)), Songcheon(송천), Songpocheon(송포천), Sulyeomcheon(수려천), Suyangcheon(수양천), Suyeonggang(수영강), Suwolcheon(수월천), Sinlyongcheon(신룡천), Sinmyeongcheon(신명천), Sinamcheon(신암천), Sinicheon(신이천), Agogcheon(아곡천), Eosincheon(어신천), Yeonchocheon(연초천), Yeongdeogosipcheon(영덕오십천), Yeongjicheon(영지천), Olyangcheon(오량천), Obangcheon(오방천), Osucheon(오수천), Wangpicheon(왕피천), Oepocheon(외포천), Yongjeongcheon(Goseong)(용정천(고성)), Usancheon(우산천), Ungogcheon(운곡천), Wolpyeongcheon(월평천), Yugeuicheon(유계천), Yugeumcheon(유금천), Ilgwangcheon(일광천), Imgogcheon(임곡천), Impocheon(임포천), Iphyeoncheon(입현천), Janggicheon(장기천), Jangsacheon(Yeongdeog)(장사천(영덕)), Jangancheon(장안천), Jangjwacheon(장좌천), Jeongjacheon(정자천), Jeongpocheon(정포천), Jwagwangcheon(좌광천), Jujeoncheon(주천천), Jugseongcheon(죽성천), Jugcheoncheon(죽천천), Jungseonpocheon(중선포천), Jigyeongcheon(지경천), Jinjeoncheon(진천천), Jinhacheon(진하천), Cheogsancheon(척산천), Cheonglyangcheon(청량천), Cheonghacheon(청하천), Chugsancheon(축산천), Chilseongcheon(Songdo)(칠성천(송도)), Taebongcheon(태봉천), Taehacheon(태하천), Hasecheon(하서천), Haglimcheon(학림천), Hansancheon(한산천), Hwacheon(화천), Hwangbocheon(황보천), Hoeyagang(회야강), Hyoamcheon(효암천)
	Closed Estuary	Nakdonggang(낙동강), Seonakdonggang(서낙동강), Gaglicheon(각리천), Gandeogcheon(간덕천), Goseongcheon(Nmhae)(고성천(남해)), Gupyeongcheon(구평천), Naneumcheon(난음천), Namcheon(Busan)(남천(부산)), Daedogcheon(대독천), Daesacheon(대사천), Daejeongcheon(대정천), Dodongcheon(도동천), Mogdancheon(목단천), Mulimcheon(무림천), Muggogcheon(목곡천), Mipocheon(미포천), Bosucheon(보수천), Bojeoncheon(보전천), Bongnamcheon(봉남천), Bongcheon(봉천), Busancheon(부산천), Buyuncheon(부윤천), Sanyangcheon(Tongyeong)(산양천(통영)), Seoggogcheon(석곡천), Songjeongcheon(Jinhae)(송정천(진해)), Sujeongcheon(수정천), Ajucheon(아주천), Anjeoncheon(안정천), Yangjicheon(Namhae)(양지천(남해)), Yeonamcheon(여남천), Yeojwacheon(여좌천), Yeochoncheon(여천천), Oegogcheon(외곡천), Yongjeongcheon(Sacheon)(용정천(사천)), Udongcheon(우동천), Wonsancheon(Onsan)(원산천(온산)), Wonsancheon(Tongyeong)(원산천(통영)), Isancheon(일산천), Jangguncheon(장군천), Jangchicheon(장치천), Jungnimcheon(죽림천), Cangseoncheon(창선천), Colyangcheon(초량천), Choemcheon(초음천), Chuncheon(춘천), Hanglicheon(황리천), Hoewoncheon(회원천)
Open Estuary	Geongpocheon(Gunsan)(경포천(군산)), Gyoseongcheon(교성천), Gungchoncheon(궁촌천), Dangjeongcheon(당정천), Daecheoncheon(대천천), Banggilcheon(방길천)	
Geumgang	Open Estuary	Geumgang(금강), Dongjingang(동진강), Mangyeonggang(만경강), Sappyocheon(삼포천), Galducheon(갈두천), Gwangcheoncheon(광천천), Geumwangcheon(금왕천), Geumlicheon(금리천), Gipocheon(기포천), Nampocheon(남포천), Daegwanggyecheon(대광계천), Daepancheon(대판천), Dogancheon(도간천), Dodangcheon(도당천), Dundangcheon(둔당천), Majungcheon(마중천), Myeongcheoncheon(명천천), Munsudongcheon(문수동천), Milducheon(밀두천), Bangeycheon(반계천), Baegseogcheon(백석천), Bongdangcheon(봉당천), Biincheon(비인천), Sadongcheon(사동천), Sageoncheon(삭선천), Sangokcheon(상옥천), Sanghwangcheon(상황천), Seowoncheon(서원천), Seongyeoncheon(성연천), Sojeongcheon(소정천), Sollicheon(솔리천), Songnaecheon(송내천), Songcheoncheon(송천천), Sindaecheon(신대천), Sinsangcheon(신상천), Yadangcheon(야당천), Eoeuncheon(Palbong)(어은천(팔봉)), Yeogcheon(역천), Yeomsolcheon(염솔천), Yedeogcheon(예덕천), Walyongcheon(와룡천), Yongyocheon(용요천), Ungcheoncheon(웅천천), woncheoncheon(원천천), Eubnaecheon(읍내천), Jangeomcheon(장검천), Jongcheoncheon(중천천), Jugyocheon(주교천), Jusangcheon(주상천), Junglicheon(중리천), Jigsocheon(직소천), Jinjangcheon(진장천), Jinjugcheon(진죽천), Chadongcheon(차동천), Cheonuicheon(천의천), Cheongjicheon(청지천), Chodaecheon(조대천), Taeancheon(태안천), Pangyocheon(Seocheon)(판교천(서천)), Pangyocheon(Hongseong)(판교천(홍성)), Heungincheon(흥인천)
	Closed Estuary	

*National river

**Gang is a Korean word for river.

***Cheon is a Korean word for stream.

이 점차 넓어져 깔때기 형태를 보이는 ‘깔때기(Funnel)’형, 하천 양안에 산지 또는 절벽형태의 지형이 자리 잡고 있는 ‘산지/절벽(Mountain/cliff)’형의 세 가지 유형으로 구분하였다.

자연서식지 특성으로 하구 서식지의 존재 여부를 파악하기 위해 조석이 영향을 미치는 범위에 따라 조간대와 조하대로 구분하여 자연 상태의 보존과 훼손 현황을 조사하였다. 조간대는 담수습

지, 염습지, 갯벌, 해변, 암석, 모래톱 등의 서식지를 포함하고 조하대는 삼각주, 사퇴 등을 포함한다.

이용개발 특성은 논, 밭, 염전, 양식장과 같은 취수가 주요 목적인 저밀도 이용개발과 수로, 항만, 시가지와 같은 준설과 매립에 의한 서식지 훼손이 우려되는 고밀도 이용개발로 구분하여 하구의 이용에 따른 인간의 교란 및 훼손 압력을 분석하였다.

하구순환이 이루어지고 있는 열린하구를 지형적 특성에 따라 산지·사취지 특성과 이용개발 특성에 따라 평가하고(Table 7), 각 지표 지/절벽형, 사취로 막힘, 갈매기형으로 구분하고, 이를 다시 자연별 점수를 지수화²⁾하여 도식화하면 Fig. 3과 같다.

Table 7. Identified characteristics of open estuaries (selected examples)

Watershed	Estuary	Level	Geomorphological characteristics	Habitat distribution							Score	Land use characteristics						Score			
				Intertidal			Subtidal					Score	farm	salt farm	fish farm	urbanization	waterfront park		Waterway	Port	
				Wetland	Salt marsh	Tidalflat	Sandbar	Rock	Beach	Delta											Sand ridge
Geumgang	Gyoseong cheon (교성천)	Regional	Mountain	○	×	×	×	×	×	×	×	×	2	△	×	×	△	×	○	×	4
Geumgang	Gungchon cheon (궁촌천)	Regional	Funnel	○	○	△	×	×	×	×	×	5	△	×	×	△	×	○	×	4	
Geumgang	Daecheon cheon (대천천)	Regional	Funnel	○	○	○	×	×	×	×	×	6	△	×	×	△	△	○	×	5	
Seomjin gang	Youngpung cheon (영풍천)	Regional	Funnel	△	×	×	×	×	×	×	×	1	○	×	×	△	×	×	×	3	
Yeongsan gang	Damam cheon (담암천)	Regional	Funnel	×	○	○	×	×	×	×	×	4	△	×	○	×	×	△	×	4	
Hangang	Hangang (한강)	National	Mountain	○	○	○	○	×	×	×	×	8	△	×	×	△	○	○	△	7	
Nakdong gang	Taeha cheon (태하천)	Regional	Sandspit	×	×	×	×	×	○	×	×	2	×	×	×	△	×	×	△	2	

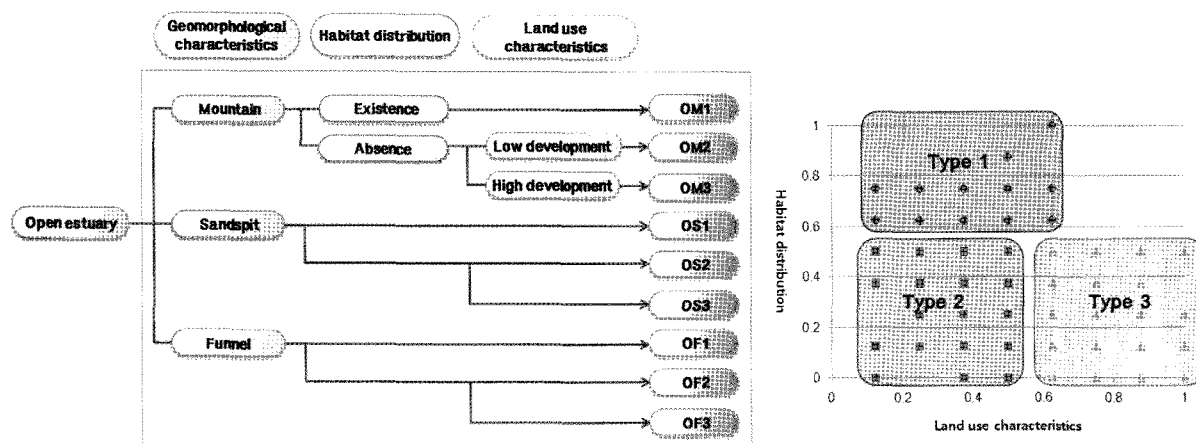


Fig. 3. Classification system of open estuary.

Table 8. The number of open estuaries classified by characteristics

Watershed	Type	Mountain			Sandspit			Funnel			Total
	Near pristine, Type1 (OM1)	Low development, Type2 (OM2)	High development, Type3 (OM3)	Near pristine, Type1 (OS1)	Low development, Type2 (OS2)	High development, Type3 (OS3)	Near pristine, Type1 (OF1)	Low development, Type2 (OF2)	High development, Type3 (OF3)		
Hangang	1	-	1	4	21	6	-	-	2	35	
Yeongsangang	1	-	-	1	-	2	2	4	1	11	
Seomjin gang	-	2	1	-	2	-	11	13	4	33	
Geum gang	-	1	-	-	-	-	2	2	1	6	
Nakdong gang	3	15	10	7	24	11	2	17	28	117	
Jeju	-	5	1	-	8	1	-	13	5	33	
Total	5	23	13	12	55	20	17	49	41	235	
		41			87			107			

²⁾지표별 항목은 각각 2점, 1점, 0점(○은 2점, △는 1점, X는 0점)으로 평가하였으며, 각 지표별 점수 합을 최고값으로 나누어 각 지표를 지수화하였다.

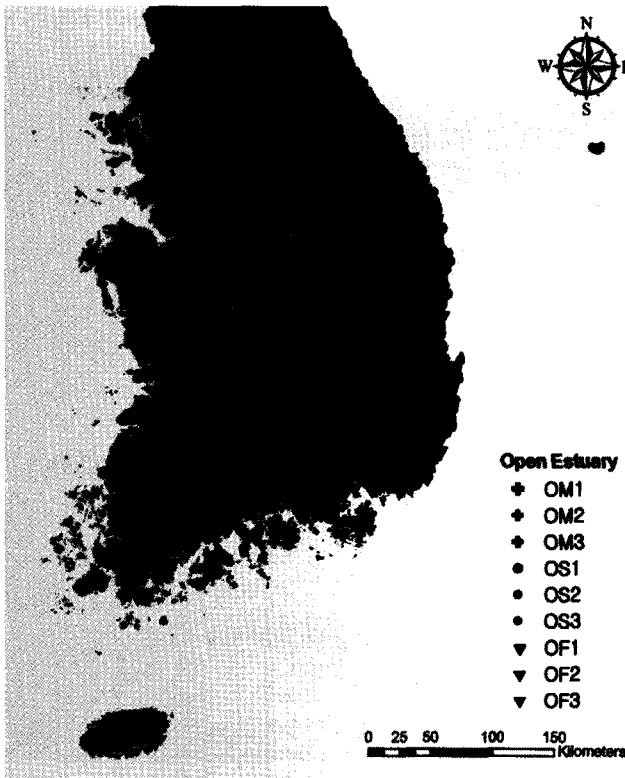


Fig. 4. Location of open estuaries classified by characteristics.

Table 9. List of open estuary

Type	Watershed	Estuary
Type1 (OM1)	Hangang	Hangang(한강)
	Yeongsangang	Jujincheon(주진천)
	Nakdonggang	Gahwacheon(가화천), Gumancheon(구만천), Maamcheon(마암천)
Type2 (OM2)	Jeju	Goseongcheon(고성천), Daepocheon(대포천), Dosuncheon(도순천), Changgocheon(창고천), Hoesucheon(회수천)
	Seomjingang	Sangamcheon(상암천), Sueocheon(수어천)
	Nakdonggang	Dumocheon(두모천), Dundeogcheon(둔덕천), Baeduncheon(배둔천), Byeongsancheon(병산천), Eosincheon(어신천), Yeongjicheon(영지천), Olyangcheon(오량천), Oepocheon(외포천), Yongjeongcheon(Goseong)(용정(고성)), Yugyecheon(유계천), Impocheon(임포천), Jangjwacheon(장좌천), Jeongpocheon(정포천), Hansancheon(한산천), Hwacheon(화천)
		Geumgang
Type3 (OM3)	Hangang	Samcheogospicheon(삼척오십천)
	Jeju	Jungmuncheon(중문천)
	Seomjingang	Seomjingang(섬진강)
Type1 (OS1)	Nakdonggang	Gohyeoncheon(고현천), gwangdocheon(광도천), Daejangcheon(대장천), Dongcheon(Jinhae)(동천(진해)), Sanyangcheon(Geoje)(산양천(거제)), Seosangcheon(서상천), Suwolcheon(수월천), Yeonchocheon(연초천), Jugseongcheon(죽성천), Hyoamcheon(효암천)
		Hangang
Type2 (OS2)	Hangang	Gwanggakcheon(광각천)
		Nakdonggang
Type2 (OS2)	Hangang	Gyeongpocheon(Gangleung)(경포천(강릉)), Gwangjeongcheon(광정천), Gunseoncheon(군선천), Namcheon(Goseong)(남천(고성)), Dongmyeongcheon(동명천), Munamcheon(문암천), Mulchicheon(물치천), Bugcheon(북천), Sampocheon(삼포천), Sanguncheon(상운천), Ssangcheon(쌍천), Anhyeoncheon(안현천), Yeongogcheon(연곡천), Ohocheon(오호천), Yongchoncheon(용촌천), Jasancheon(자산천), Jeongdongjicheon(정동진천), Cheonjincheon(천진천), Chucheon(추천), Haesongcheon(해송천), Hwasangcheon(화상천)

³⁾자연하구(type 1; O1) - 자연서식지 특성 지수가 0.6 이상, 저개발 하구(type 2; O2) - 자연서식지 특성 지수와 이용개발 특성 지수가 모두 0.6 미만, 고개발 하구(type 3; O3) - 자연서식지 특성 지수는 0.6 미만, 이용개발 특성 지수가 0.6 이상.

자연서식지 특성과 이용개발 특성에 의해 도식화된 하구는 3가지 유형으로 구분가능하다(Fig. 3). 자연서식지의 비중이 높은 '자연하구(type 1; O1)'와 개발 비중이 높은 개발하구로 구분가능하고, 개발하구는 개발정도에 따라 '저개발 하구(type 2; O2)'와 '고개발 하구(type 3; O3)'로 다시 분류할 수 있다³⁾.

235개의 열린하구 중에서 깔때기형이 107개로 가장 많은 수를 차지하고 있으며, 그 다음으로 사취로 막힘(87개), 산지/절벽형(41개)의 순서로 나타났다. 각 유형 구분에서 대체적으로 저개발 하구가 가장 많은 수를 차지하고 있으며, 고개발 하구는 깔때기형에서 가장 많이 나타났다.

하구유형별 지리적 분포를 살펴보면(Fig. 4), 가장 많은 비중을 차지하고 있는 깔때기형 하구는 주로 남해안과 서해안에 분포하고 있음을 확인할 수 있다. 깔때기형 하구의 특성은 양호한 자연상태를 가지고 있지만, 다른 유형에 비해 고밀도 개발이 이루어지고 있다(Table 8). 항구 및 공업지역의 발달로 기존의 하구 형태가 많이 훼손되어 있는 낙동강 하구 부근의 진해, 울산, 부산 등 대도시 지역이 이에 해당된다. 사취형 하구는 자연적 특성을 간직한 해변이 분포하고 있고, 파랑이 우세하며, 논, 밭, 해수욕장 등 저밀도 개발이 주로 이루어지고 있는 동해안에 대부분 분포하고 있다. 산지/절벽형 하구는 하구 주변에 논, 밭, 염전과 같은 저밀도 이용개발의 특성을 보이고 있는 남해군과 거제, 통영 등지에 주로 분포하고 있다. 지형적 특성, 자연서식지 특성, 이용개발 특성에 따른 열린하구의 이러한 유형분류는 보전, 복원

Table 9. (continued)

Type	Watershed	Estuary	
Sandspit	Jeju	Donghongcheon(동홍천), Bomogcheon(보목천), Sowangcheon(소왕천), Songcheon(Jeju)(송천(제주)), Aggeuncheon(악근천), Yelaechon(예래천), Jongnamcheon(중남천), Hyodoncheon(효돈천)	
	Seomjingang	Gayeongcheon(가영천), Ocheoncheon(오천천)	
	Type2 (OS2)	Goggangcheon(곡강천), Gwangcheon(광천), Geumcheon(금천), Nagogcheon(나곡천), Namdaechon(Eumnam)(남대천(읍남)), Daejipocheon(대화천), Daehwacheon(덕포천), Deogpocheon(대지포천), Dongbaegcheon(동백천), Baeglogcheon(백록천), Sanhacheon(산하천), Seojeonglicheon(서정리천), Sinamcheon(신암천), Ungogcheon(운곡천), Yugeumcheon(유금천), Janggicheon(장기천), Jangsacheon(Yeongdeog)(장사천(영덕)), Jwagwangcheon(좌광천), Jujeoncheon(주전천), Jigyongcheon(지경천), Jinhacheon(진하천), Cheogsancheon(척산천), Taehacheon(태하천), Hwangbocheon(황보천)	
	Nakdonggang	Gangneungnamdaechon(강릉남대천), Sacheoncheon(사천천), Sinricheon(신리천), Imwoncheon(임원천), Jusuchon(주수천), Cheongchocheon(청초천)	
	Hangang	Gangneungnamdaechon(강릉남대천), Sacheoncheon(사천천), Sinricheon(신리천), Imwoncheon(임원천), Jusuchon(주수천), Cheongchocheon(청초천)	
	Jeju	Yihocheon(이호천)	
	Type3 (OS3)	Yeongsangang	Chosangcheon(초상천), Hyangdongcheon(향동천)
	Nakdonggang	Geumyangcheon(금양천), Geumjeoncheon(금전천), Nasancheon(나산천), Bugucheon(부구천), Samyulcheon(삼율천), Songcheon(송천), Ahgokcheon(아곡천), Ilgwangcheon(일광천), Jangancheon(장안천), Jeongjacheon(정자천), Cheonghacheon(청하천)	
	Yeongsangang	Tamjingang(탐진강), Bulgapcheon(불갑천)	
	Type1 (OF1)	Seomjingang	Gangjincheon(강진천), Gwangyangseocheon(광양서천), Dongryongcheon(동룡천), Donghaechon(동해천), Beolgyocheon(별교천), Bonggangcheon(봉강천), Seokhyeoncheon(석현천), Sunchondongcheon(순천동천), Childongcheon(칠동천), Chilryangcheon(칠량천), Hoecheoncheon(회천천)
Nakdonggang	Gonyangcheon(곤양천), Jinjeoncheon(진전천)		
Geumgang	Gungchoncheon(궁촌천), Daechoncheon(대천천)		
Funnel	Jeju	Gasicheon(가시천), Geumseongcheon(금성천), Dogeuncheon(도근천), Samsucheon(삼수천), Seojungcheon(서중천), Susancheon(수산천), Sinryecheon(신례천), Sinheungcheon(Jeju)(신흥천(제주)), Ongpocheon(옹포천), Wonjangcheon(원장천), Uigwicheon(의귀천), Cheonmicheon(천미천), Hwabukcheon(화북천)	
	Yeongsangang	Damamcheon(담암천), Bukseongcheon(북성천), Sinchon(Jin-do)(신천(진도)), Wolsancheon(월산천)	
	Type2 (OF2)	Seomjingang	Gunocheon(군외천), Namsangcheon(남상천), Daegucheon(대구천), Daeyacheon(대야천), Samducheon(삼두천), Sumuncheon(수문천), Sinhakcheon(신학천), Yeonhwacheon(연화천), Youngpungcheon(영풍천), Yongsancheon(용산천), Honggeocheon(홍거천), Hwayangcheon(화양천), Hwajukcheon(화죽천)
	Nakdonggang	Gwangokcheon(관곡천), Geumpyeongcheon(금평천), Dacheoncheon(다천천), Dongsancheon(동산천), Miryongcheon(미룡천), Baekcheon(Sacheon)(백천(사천)), Bonghyeoncheon(봉현천), Sagokcheon(사곡천), Sadeungcheon(사등천), Songjicheon(Sicheon)(송지천(사천)), Songpocheon(송포천), Suyangcheon(수양천), Ohbangcheon(오방천), Woosancheon(우산천), Wolpyeongcheon(월평천), Imgokcheon(임곡천), Iphyeoncheon(입현천)	
	Geumgang	Dangjeongcheon(당정천), Banggilcheon(방길천)	
	Hangang	Jangsucheon(장수천), Jeoncheon(전천)	
	Jeju	Sanjicheon(산지천), Yeonocheon(연외천), Jeonpocheon(전포천), Hanrimcheon(한림천), Hancheon(한천)	
	Yeongsangang	Sanjeongcheon(산정천)	
	Seomjingang	Seonghwangcheon(성황천), Sinpyeongcheon(신평천), Yeondeungcheon(연등천), Jukcheongcheon(죽청천)	
	Type3 (OF3)	Nakdonggang	Taehwagang(태화강), Hyeongsangang(형산강), Goejeongcheon(괴정천), Keumbongsancheon(금봉산천), Namcheon(Changwon)(남천(창원)), Naengcheon(냉천), Daegokcheon(대곡천), Deokgokcheon(덕곡천), Dongcheon(Busan)(동천(부산)), Sacheongang(사천강), Samcheonpocheon(삼천포천), Samhocheon(삼호천), Sangdeokcheon(상덕천), Sodongcheon(소동천), Songjeongcheon(Noksan)(송정천(녹산)), Songjeongcheon(Matsui)(송정천(송정)), Suyeong(수영강), Sinryongcheon(신룡천), Sinyicheon(신이천), Yeongdeogosipcheon(영덕오십천), Osucheon(오수천), Jukcheoncheon(죽천천), Jungseonpocheon(중선포천), Cheongryangcheon(청량천), Chilseongcheon(Songdo)(칠성천(송도)), Taebongcheon(태봉천), Hakrimcheon(학림천), Hoeyagang(회야강)
Geumgang	Gyeongpocheon(Gunsan)(경포천(군산))		

및 개선방안과 같은 하구의 유형별 관리방안 수립에 기초자료로 활용될 수 있다.

열린하구의 목록은 Table 9와 같으며, 유형별 대표적인 하구는 Fig. 5~7에 제시되어 있다.

닫힌하구의 특성 및 유형분류

닫힌하구는 하구이용과 개발로 하구순환이 차단되어 하구의 고유풍성이 현재는 상실되었지만, 인공구조물의 제거 및 개선을 통

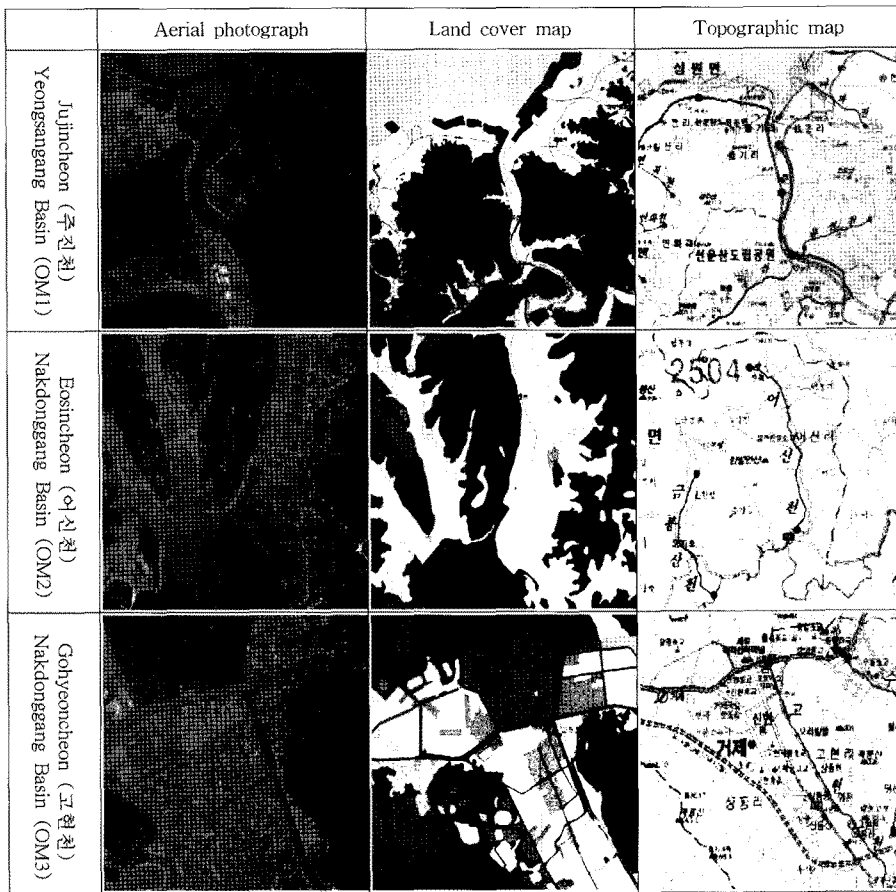


Fig. 5. Example of open estuaries, Mountain (OM)

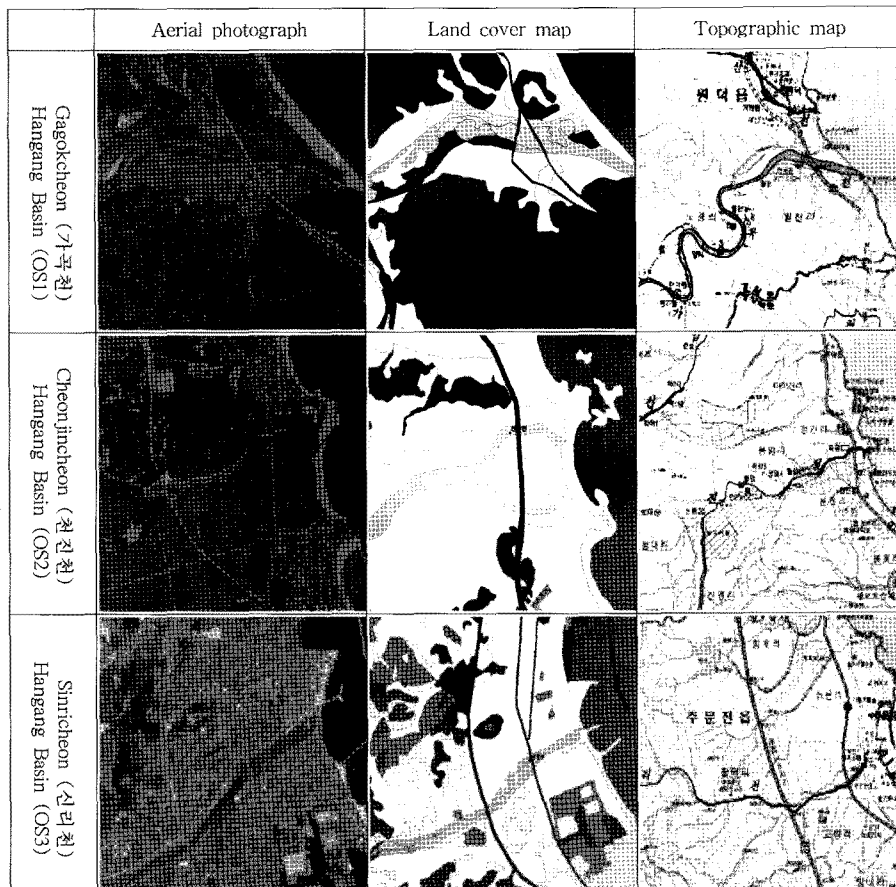


Fig. 6. Example of open estuaries, Sandspit (OS).

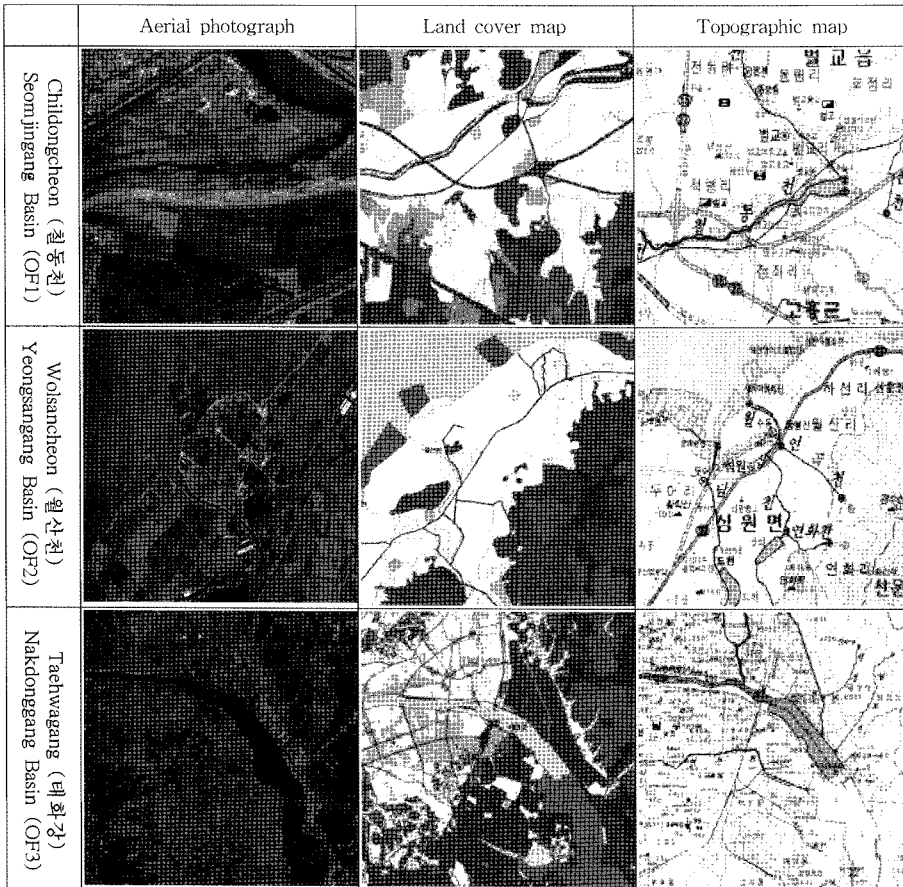


Fig. 7. Example of open estuaries, Funnel (OF).

하여 향후 하구순환의 복원 가능성이 예상되는 하구이다.

닫힌하구는 우선 지형적 특성으로 차단형태를 파악하였다. 하천 말단이 배수갑문 등에 의해 직접 차단된 경우는 ‘직접차단’, 하구 독에 의해 차단되어 형성된 하구호로 두 개 이상의 하천이 유입 되는 지형적 특성을 보이는 경우를 ‘하구호’에 의한 간접차단으로 구분하였다.

닫힌하구의 경우, 자연서식지 특성은 하구습지의 유무로만 구분

하였으며, 이용개발 특성에 의한 유형분류에 중점을 두었다. 이용 개발 특성은 논, 밭, 염전, 양식장의 저밀도 개발과 수변공원, 향만, 시가화 정도, 수로의 정비와 같은 고밀도 개발로 특성을 구분 하였다. 수로의 정비 상태는 하천종점 이전과 이후를 구분하여, 종점 이후 수로의 연장이나 정비 여부를 통한 지형변화를 고려하여 하구의 이용개발 특성을 구분하였다(Table 10).

하구별로 조사된 자연서식지 특성과 이용개발 특성의 지표를 점

Table 10. Identified characteristics of closed estuaries (selected examples)

Watershed	Estuary	Level	Geomorphological characteristics	Habitat distribution		Land use characteristics										
				Wetland	Salt marsh	Score	Low development					High development				
							farm	salt farm	fish farm	park	waterfront	Port	urbanization	Waterway		
												Above endpoint	Under endpoint	Score		
Yeongsan gang	Hwasan cheon(화산천)	Regional	Blocked	○	×	2	○	×	△	×	×	×	×	○	×	5
Hangang	Dasong cheon(다송천)	Regional	Blocked	×	△	1	○	×	×	×	×	×	×	○	×	4
Hangang	Samgeo cheon(삼거천)	Regional	Blocked	×	△	1	○	×	△	×	△	×	○	×	6	
Seomjin gang	Yangchon cheon(양촌천)	Regional	Blocked	×	△	1	○	×	×	×	×	×	○	×	4	
Seomjin gang	Youngheungcheon(영흥천)	Regional	Blocked	×	×	0	△	×	×	×	△	×	×	×	2	
Geumgang	Gipocheon(기포천)	Regional	Lake	×	×	0	○	×	×	×	×	×	△	○	5	
Nakdong gang	Gupyeong cheon(구평천)	Regional	Blocked	△	×	1	△	×	×	×	×	×	△	×	2	
Nakdong gang	Daedok cheon(대독천)	Regional	Blocked	△	×	1	△	×	×	×	△	△	○	×	5	

*지표별 항목은 각각 2점, 1점, 0점(○은 2점, △는 1점, X는 0점)으로 평가하였으며, 각 지표별 점수 합을 최고값으로 나누어 각 지표를 지수화하였다.

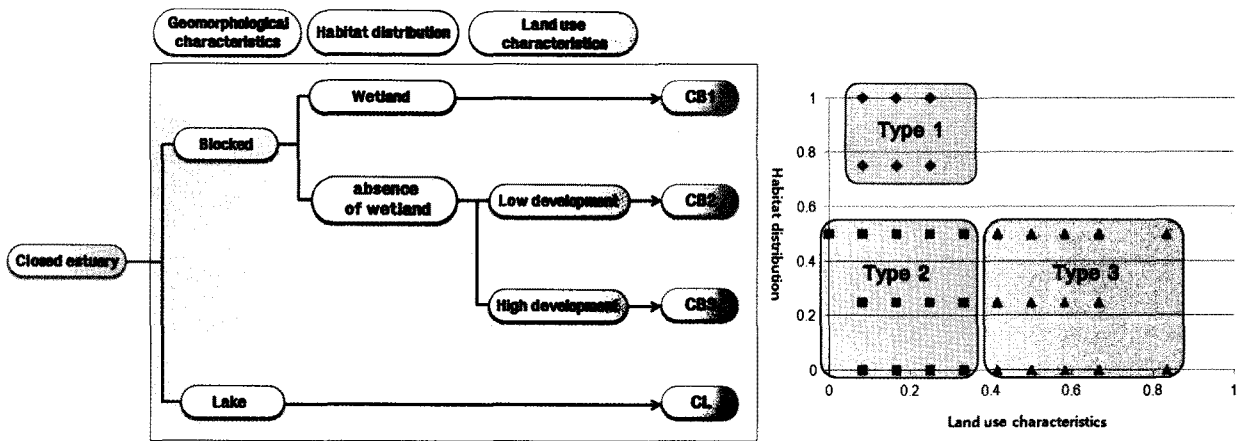


Fig. 8. Classification system of closed estuary.

수로 환산하여 합을 구하였고(Table 10), 이용개발 특성은 저밀도(논밭, 염전, 양식장)와 고밀도(수변공원, 항만, 시가화, 수로) 이용개발로 구분하여 각각의 합과 총합을 구하였으며, 지표별 점수 합의 최고값으로 나누어 지수화한 뒤, 이를 도식화하였다(Fig. 8).

단한하구는 차단형태에 따라 직접차단(Closed estuary, Blocked; CB)과 하구호(Closed estuary, Lake; CL)에 의한 간접차단으로 구분되며, 직접차단(CB) 하구는 자연서식지 특성과 이용개발 특성에 따라, 자연서식지 특성이 우세하고 저밀도 이용개발이 이루어지고 있는 '유형 1(type 1; CB1)', 저밀도 이용개발과 일부 고밀도 이용개발이 이루어지고 있는 '유형 2(type 2; CB2)', 고밀도 이용개발이 우세한 '유형 3(type 3; CB3)'으로 구분가능하다⁹⁾.

단한하구는 총 228개에 이르며 이를 분류체계에 따라 4가지 유형으로 분류한 결과 '유형1(CB1)'은 25개, '유형2(CB2)'는 64개, '유형3(CB3)'은 55개, '하구호(CL)'는 84개로 분류되었다. 가장 많은 수가 포함된 '하구호(CL)'에 의해 차단된 형태는 단한하구 전체의 37%에 달한다.

단한하구의 지리적 분포를 살펴보면(Fig. 9), 하구 순환이 차단되어 분리된 담수습지와 염습지가 존재하고 저밀도 이용개발이 주로 이루어지고 있는 '유형1(CB1)'은 영산강 유역의 곰소만 부근에 많이 분포하고 있음을 확인할 수 있다. '유형2(CB2)'는 저밀도의 이용개발과 일부 고밀도 이용개발이 이루어지고 있는 하구로

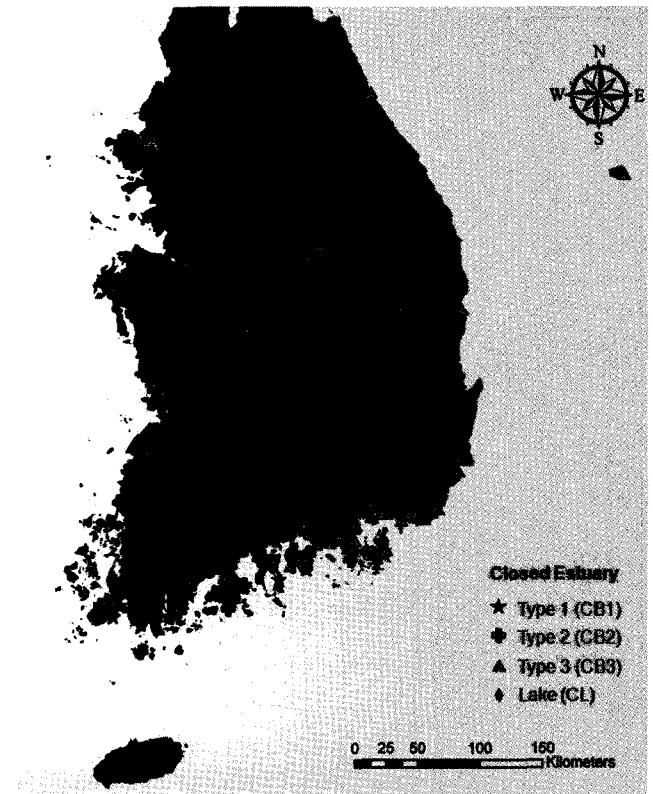


Fig. 9. Location of closed estuaries classified by characteristics.

Table 11. The number of closed estuaries classified by characteristics

Watershed	Type			Closed, Lake (CL)	Total
	Closed, Blocked (CB) Type 1 (CB1)	Type 2 (CB2)	Type 3 (CB3)		
Hangang	2	13	10	9	34
Nakdonggang	2	12	30	3	47
Geumgang	4	12	5	40	61
Yeongsangang	13	13	5	15	46
Seomjingang	4	14	3	17	38
Jeju	-	-	2	-	2
Total	25	64	55	84	228

서, 습지가 존재하지 않거나 담수습지 또는 염습지가 일부 존재하는 특성을 가지고 있다. '유형3(CB3)'은 하천 중점 이후의 매립으로 기존 해안선의 형태가 변하였거나 하천중점이 수로로 연결된 상태로, 부산, 울산과 같은 공업·산업단지 또는 도시지역 등 고밀도의 개발이 우세한 지역에 많이 분포하고 있는 유형이다.

'하구호(CL)'는 하구둑과 같은 대형 인공구조물로 형성된 하구호로 기존의 바다와 접해있던 하천들이 유입되면서 하구순환이 차

⁹⁾지형적 특성이 직접차단의 형태인 경우, 자연서식지 특성과 이용개발 특성에 의해 다시 세 가지 유형으로 구분됨. ① 유형 1(Type 1; CB1): 자연서식지 특성 지수가 0.6 이상, ② 유형 2(Type 2; CB2): 자연서식지 특성 지수가 0.6 이하, 고밀도 이용개발 특성 지수가 0.4 이하, ③ 유형 3(Type 3; CB3): 자연서식지 특성 지수는 0.6 이하, 고밀도 이용개발 특성 지수가 0.4 이상.

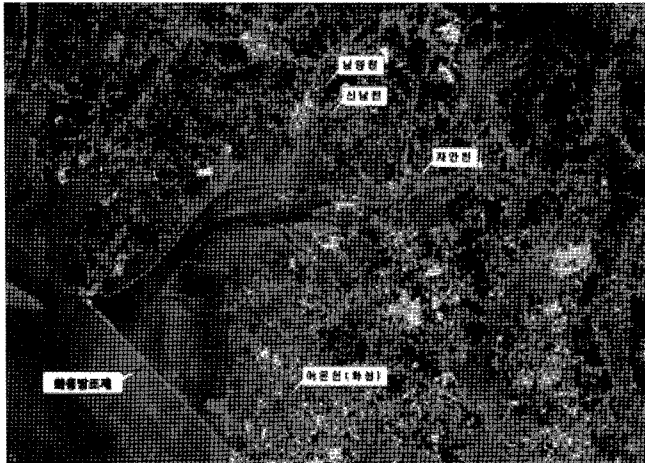


Fig. 8. Example of closed estuaries, Lake (CL).

단된 형태이다. 금강, 새만금, 영산강 유역에 주로 분포하고 있으며, 대부분 직선 제방이 형성되어 있고 대규모의 매립지에는 논, 밭 등의 토지이용이 밀집되어 있는 양상으로 나타나고 있다. 하구호는 규모가 클 뿐만 아니라, 이미 많은 개발로 과거와 상이한 생태계 구조를 가지고 있어 하구복원의 관점에서 직접차단 하구와는 다른 접근방법이 필요할 것으로 판단된다.

단하하구의 목록은 Table 12~13과 같으며, 유형별 대표적인 하구는 Fig. 11~12에 제시되어 있다.

결론

하구의 관리방안은 해당 하구가 가지는 관리상의 중요성, 하구 특성, 관리여건 등에 따라 크게 달라지므로 하구의 통합환경관리를 위해서는 우리나라 하구의 정확한 분포 파악과 특성에 따른 체

Table 12. List of closed estuary, Blocked (CB1, CB2, CB3)

Type	Watershed	Estuary
Type1 (CB1)	Hangang	Gongchoncheon(공촌천), Shinchon(신천)
	Yeongsangang	Galgokcheon(갈곡천), Goguncheon(고군천), Guamcheon(구암천), Naegokcheon(내곡천), Yanggancheon(양간천), Ohdongcheon(오동천), Watancheon(와탄천), Uisinchon(의신천), Jaryongcheon(자룡천), Jukamcheon(죽암천), Haericheon(해리천), Haeuncheon(해운천), Hyeonsancheon(현산천)
	Seomjingang	Goeupcheon(Inma)(고읍천(인마)), Doamcheon(도암천), Dolsancheon(돌산천), Maryangcheon(마량천)
	Nakdonggang	Daesacheon(대사천), Changseoncheon(창선천)
	Geumgang	Milducheon(밀두천), Jongcheoncheon(중천천), Codacheon(초대천), Pangyocheon(Seochon)(판교천(서천))
Type2 (CB2)	Hangang	Gyosancheon(교산천), Giljeongcheon(길정천), Naegacheon(내가천), Dasongcheon(다송천), Deokhacheon(덕하천), Dongrakcheon(동락천), Samgeocheon(삼거천), Samheungcheon(삼흥천), Seokjeongcheon(석정천), Sungreungcheon(승릉천), Onsucheon(온수천), Ponaechon(포내천), Samdongamcheon(삼동암천)
	Yeongsangang	Madongcheon(마동천), Mapacheon(마파천), Manhwacheon(만화천), Baegcheon(Buan)(백천(부안)), Beopjangcheon(법장천), Seokgyocheon(석교천), Seokpocheon(석포천), Songjicheon(Hainan)(송지천(해남)), Sinchangcheon(신창천), Yongjangcheon(용장천), Wondangcheon(원당천), Jangsacheon(Gochang)(장사천(고창)), Hwasancheon(화산천)
	Seomjingang	Gangsancheon(강산천), Goeupcheon(Handong)(고읍천(한동)), Daedeogcheon(대덕천), Dohwacheon(도화천), Duamcheon(두암천), Masucheon(마수천), Buhwangcheon(부황천), Sangheungcheon(상흥천), Annamcheon(안남천), Yangchoncheon(양촌천), Yeongheungcheon(영흥천), Wolseongcheon(월성천), Yulchoncheon(율촌천), Cheonglyongcheon(청룡천)
Type3 (CB3)	Nakdonggang	Gandeogcheon(간덕천), Gupyeongcheon(구평천), Naneumcheon(난음천), Daedogcheon(대덕천), Mogdancheon(목단천), Mulimcheon(무림천), Muggogcheon(목곡천), Buyuncheon(부운천), Sanyangcheon(Tongyeong)(산양천(통영)), Yongjeongcheon(Sacheon)(용정천(사천)), Jangchicheon(장치천), Choeumcheon(초음천)
	Geumgang	Galducheon(갈두천), Bangyecheon(반계천), Bongdangcheon(봉당천), Biincheon(비인천), Sagseoncheon(삭선천), Sanghwangcheon(상황천), Sollicheon(솔리천), Songcheoncheon(송천천), Sindaecheon(신대천), Eoeuncheon(Palbond)(어은천(팔봉)), Yongyocheon(용요천), Chadongcheon(차동천)
	Hangang	Geomdancheon(검단천), Banglimcheon(방림천), Botongcheon(보통천), Seunggicheon(승기천), Simgokcheon(심곡천), Anseongcheon(안성천), Eunhaengcheon(은행천), Janghyeoncheon(장현천), Barancheon(발안천), Jucheongcheon(주청천)
	Jeju	Byeongmuncheon(병문천), Heulcheon(흘천)
Type3 (CB3)	Yeongsangang	Gunnaechon(군내천), Sangdudongcheon(상두동천), Yeongsangang(영산강), Unsancheon(운산천), Yuyudongcheon(유유동천)
	Seomjingang	Namsucheon(남수천), Ssangbongcheon(쌍봉천), Jungheungcheon(중흥천)
	Nakdonggang	Gaglicheon(각리천), Nakdonggang(낙동강), Namcheon(Busan)(남천(부산)), Daejeongcheon(대정천), Dodongcheon(도동천), Mipocheon(미포천), Bosucheon(보수천), Bongnamcheon(봉남천), Bongcheon(봉천), Busancheon(부산천), Seonakdonggang(서낙동강), Seoggogcheon(석곡천), Songjeongcheon(Jinhae)(송정천(진해)), Sujeongcheon(수정천), Ajucheon(아주천), Anjeongcheon(안정천), Yangjicheon(Namhae)(양지천(남해)), Yeonamcheon(여남천), Yeojwacheon(여좌천), Yecheoncheon(여천천), Udongcheon(우동천), Wonsancheon(Onsan)(원산천(온산)), Wonsancheon(Tongyeong)(원산천(통영)), Ilsancheon(일산천), Jangguncheon(장군천), Jungnimcheon(죽림천), Cholyangcheon(초량천), Chuncheon(춘천), Hwanglicheon(황리천), Hoewoncheon(회원천)
Geumgang	Geumgang(금강), Nampocheon(남포천), Sapgyocheon(삽교천), Seowoncheon(서원천), Songnaechon(송내천)	

Table 13. List of closed estuary, Lake (CL)

Type	Watershed	Estuary	Estuary lake
Hangang		Namjeoncheon(남전천), Donghwacheon(동화천), Banwolcheon(반월천), Singilcheon(신길천), Ansancheon(안산천)	Sihwaho(시화호)
		Namyangcheon(남양천), Sinnamcheon(신남천), Eoeuncheon(Hwaseong)(어은천(화성)), Jaancheon(자안천)	Hwaongho(화옹호)
Yeongsangang		Namcheon(Haenam)(남천(해남)), Samsancheon(삼산천), Haenamcheon(해남천)	Gocheonamho(고천암호)
		Teabongcheon(Muan)(태봉천(무안)), Hakgyecheon(학계천)	tide embarkment in front of Muan CC(무안CC앞 방조제)
		Yonggyecheon(용계천), Jisancheon(지산천), Cheonggyecheon(청계천)	Bokgil tide embankment(북길방조제)
		Gahakcheon(가학천), Gyegokcheon(계곡천), Geumjacheon(금자천), Sanmakcheon(산막천), Okcheoncheon(옥천천), Wolhacheon(월하천), Chundongcheon(춘동천)	Yeongamho(영암호)
Seomjingang		Songgokcheon(송곡천), Yedangcheon(예당천), Joseongcheon(조성천)	Deuglyangman(득량만)
		Duwoncheon(두원천), Sajeongcheon(사정천)	Deuglyangman(Jeomammyeon)(득량만(점암면))
		Gusucheon(구수천), Heungchoncheon(흥촌천)	Sanaeho(사내호)
		Daegumicheon(대구미천), Daesincheon(대신천)	Wando reclaimed land(완도간척지)
		Daegangcheon(대강천), Wawoocheon(와우천)	Jugam reclaimed land(죽암간척지)
		Goheungcheon(고흥천), Songsancheon(송산천), Sinheungcheon(신흥천), Yangjicheon(Goheung)(양지천(고흥)), Woosancheon(Goheung)(우산천(고흥)), Poducheon(포두천)	Haechangman(해창만)
Nakdonggang		Goseongcheon(Namhae)(고성천(남해)), Bojeoncheon(보전천), Oegokcheon(외곡천)	Madongho(마동호)
		Gipocheon(기포천), Dogancheon(도간천), Dodangcheon(도당천), Dundangcheon(둔당천), Sojeongcheon(소정천), Sinsangcheon(신상천), Yadangcheon(야당천), Waryongcheon(와룡천), Jungricheon(중리천), Cheongjicheon(청지천)	Ganwolho(간월호)
Geumgang		Majungcheon(마중천), Myeongcheoncheon(명천천), Sadongcheon(사동천), Seongyeoncheon(성연천), Yeomsolcheon(염솔천), Yedeokcheon(예덕천), Woncheoncheon(원천천), Cheonuicheon(천의천)	Daehoho(대호호)
		Gwangcheoncheon(광천천), Jinjukcheon(진죽천)	Boryeongho(보령호)
		Sangokcheon(상옥천), Janggeomcheon(장검천), Jinjangcheon(진장천), Taeancheon(태안천), Heungincheon(흥인천)	Bunamho(부남호)
		Geumwangcheon(금광천), Daegwanggyecheon(대광계천), Dongjingang(동진강), Mangyeunggang(만경강), Munsudongcheon(문수동천), Jusangcheon(주상천), Jiksocheon(직소천)	Seamangeum(새만금)
		Ungcheoncheon(웅천천), Jugyocheon(주교천)	Seocheon tide embankment(서천방조제)
		Baekseokcheon(백석천), Yeokcheon(역천)	Seogmunho(석문호)
		Geumricheon(금리천), Daepancheon(대판천), Eupnaecheon(읍내천), Pangyocheon(Hongsung)(관교천(홍성))	Hongseongho(홍성호)

계적인 유형분류가 필요하다. 이 연구에서는 체계적인 하구관리를 위하여 우리나라 하구의 분포를 파악하고 하구의 물리적 특성뿐만 아니라 구체적인 자연서식지 특성, 이용개발 특성을 반영할 수 있는 지표를 선정하고 이를 바탕으로 유형을 분류하였다.

이 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 지방 규모 이상의 하천 중 바다로 직접 유입되는 하천을 하구로 정의하고, 463개의 하구를 파악하였다. 모든 하구에 적용할 수 있는 자료인 지형도, 고해상도 위성영상, GIS 자료 등을 사용하여 하구순환의 유지 여부, 지형적 특성, 자연서식지 특성, 이용개발 특성을 파악하였으며, 식별이 명확하지 않은

지역은 현지 조사로 그 특성을 판단하였다.

둘째, 하구 순환이 이루어지는 ‘열린하구’는 지형적 특성을 ‘산지/절벽형’, ‘사취로 막힘’, ‘갈매기형’으로 구분하고, 자연서식지의 특성은 습지, 갯벌, 해빈, 암석, 모래톱, 삼각주, 사퇴를 특성 파악의 지표로 설정하였으며, 이용개발 특성은 논밭, 염전, 양식장, 시가화, 수변공원, 수로, 항만으로 파악하였다. 우선 하구의 지형적 특성에 따라 3가지 유형으로 구분한 뒤, 하구습지가 발달하고 개발정도가 낮은 ‘자연하구(O1)’, 논, 밭, 염전 등 저밀도 이용개발이 이루어지고 있고 습지가 남아있지 않은 ‘저개발 하구(O2)’, 공원, 항만, 도시 등 고밀도 이용개발이 우세하며 자연적 특성이

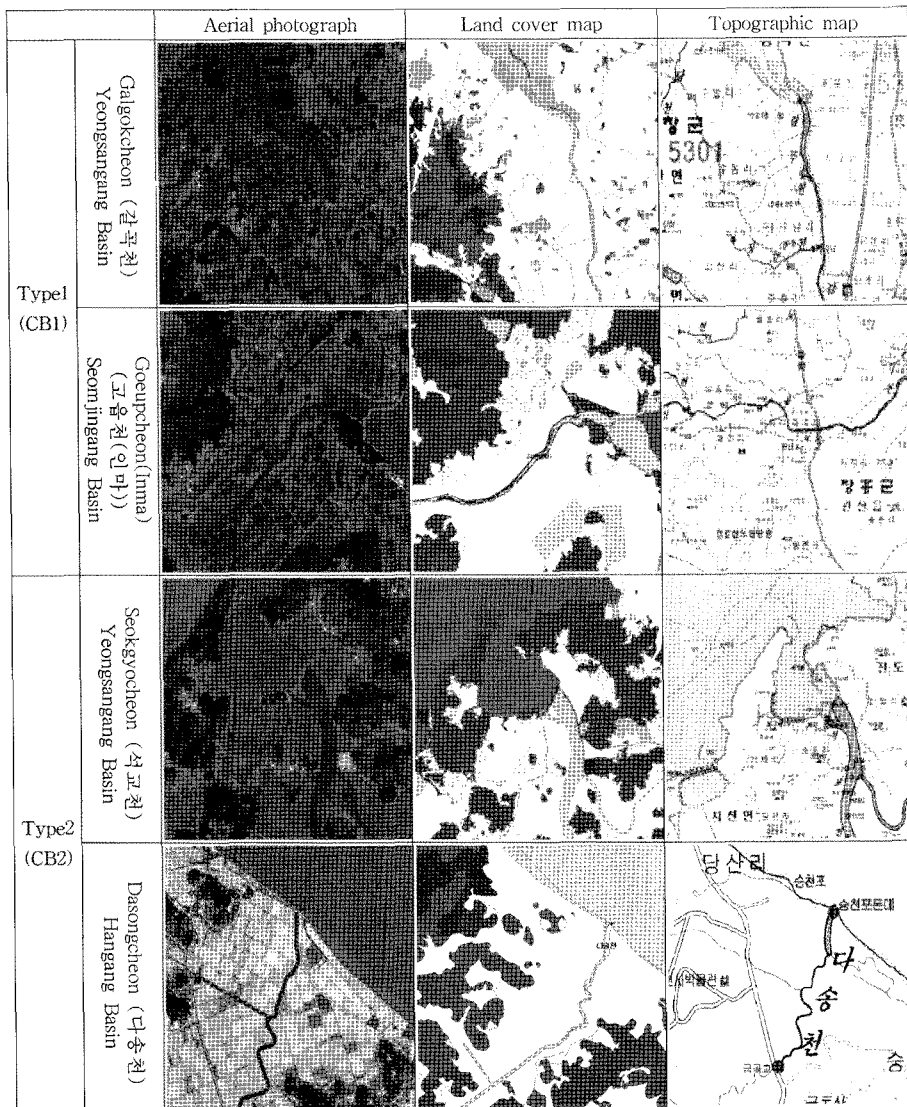


Fig. 11. Example of closed estuaries (CB1, CB2)

많이 훼손되어 존재하지 않는 ‘고개발 하구(O3)’로 세분하여 총 9 가지 유형으로 구분하였다.

유형분류 결과, 하구순환이 이루어지고 있는 하구는 235개로 산지/절벽형 41개, 사취로 막힘 87개, 갈매기형 107개로 세분되었다. 자연서식지 특성과 이용개발 특성의 측면에서 저개발 하구가 가장 많은 수를 차지하고 있으나, 갈매기형 하구에서는 고개발 하구가 높은 비율을 나타내고 있었다.

셋째, 하구 순환이 인공구조물 등에 의해 차단되어 있는 경우를 ‘닫힌하구’로 구분하였으나, 하구순환의 복원 가능성의 관점에서 닫힌하구도 하구에 포함시켰다. 지형적 특성은 하구순환의 차단형태로, 자연서식지 특성은 습지의 존재 여부로 하구의 특성을 구분하였으며, 이용개발 특성은 열린하구와 동일한 지표로 파악하였다. 차단형태에 따라 ‘직접차단’과 하구둑에 의해 형성된 하구호로 두 개 이상의 하천이 유입되면서 간접적으로 바다와 차단된 ‘하구호(CL)’에 의한 간접차단으로 분류하였다. 직접차단 하구는 자연서식지 특성과 이용개발 특성에 따라 세 가지 유형으로 다시 구분하였다. 자연적 형태가 남아 있으며 저밀도 이용개발이 이루어진

경우는 ‘유형1(CB1)’로 분류하고, 자연적 특성이 적게 남아 있고 저밀도 이용개발이 이루어지는 경우는 ‘유형2(CB2)’로 분류하였으며, 시가화, 항만 등 고밀도 이용개발과 매립 등 지형적 변화 의해 자연적 특성이 남아 있지 않은 하구는 ‘유형3(CB3)’으로 분류하였다.

그 결과 닫힌하구는 총 228개로 유형1은 25개, 유형2는 64개, 유형3은 55개, 하구호는 84개로 분류되었다. 닫힌하구의 분포는 주로 남해안과 서해안에 집중되어 있으며, 닫힌하구의 유형 중 하구호에 의한 차단 형태가 가장 많은 비중을 차지하여 전체의 36%를 차지하는 것으로 나타났다.

이 연구에서 이루어진 유형분류체계는 현재 획득 가능한 자료를 바탕으로 하구의 물리적인 특성에 의한 지형적 특성과 자연서식지의 현황을 반영하고 이용개발압력을 모두 고려하였다는데 의의가 있으며, 각 유형을 바탕으로 하구환경관리의 우선순위를 선정하고 유형별 하구관리방안을 모색하는 데 즉각적으로 활용할 수 있을 것이다.

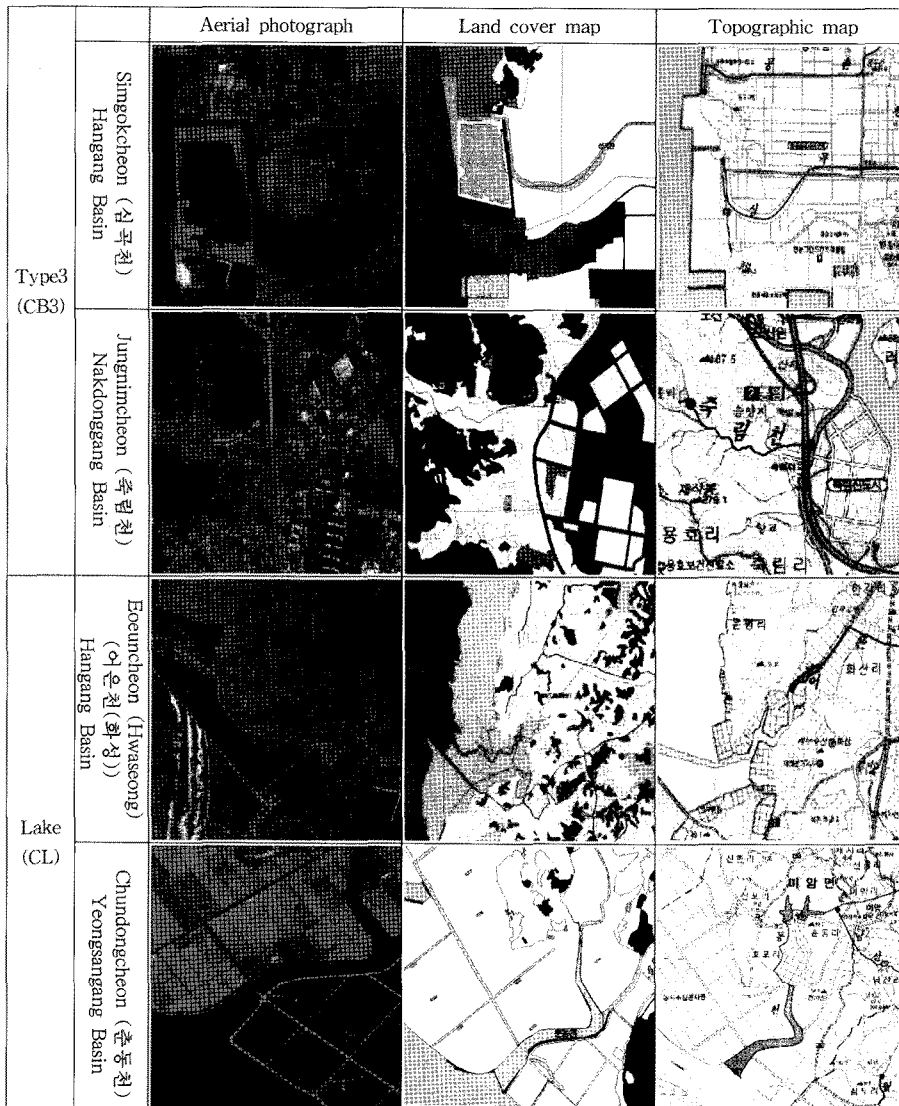


Fig. 12. Example of closed estuaries (CB3, CL)

사 사

이 연구는 한국환경산업기술원의 차세대 핵심 환경기술개발사업 ‘하구역 습지훼손지역 복원 및 관리 기술개발 연구’ 및 국토해양부의 해양환경기술개발사업 ‘하구역 종합관리시스템 개발연구’의 일환으로 수행된 연구결과이며 지원기관에 감사를 표합니다.

참고문헌

노백호, 이창희 등, 2006. 지속가능한 하구역 관리방안 III. 한국환경정책평가연구원.
 이창희 등, 2001. 하구석호육해전이수역통합환경관리방안연구. 한국환경정책.평가연구원. 한국해양수산개발원.
 이창희 등, 2003. 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리방안 수립. 한국환경정책평가연구원.
 이창희 등, 2004. 지속가능한 하구역 관리방안 I. 한국환경정책평가연구원.
 이창희 등, 2005. 지속가능한 하구역 관리방안 II. 한국환경정책평가연구원.

이창희, 심영규, 남정호, 강대석, 노백호, 2007. 하구 환경관리의 통합성 확보를 위한 관리체제 개선방안. 해양정책연구. 22(2): 89-122.
 한강유역환경청, 2007. 한강하구 습지보전계획 수립연구. 한강유역환경청.
 환경부, 2007. 하구의 체계적 관리를 위한 법제도 마련연구. 환경부.
 Boyd, R., Dalrymple, R., and Zaitlin, B. A., 1992. Classification of clastic coastal depositional environments. Sedimentary Geology. 80: 139-150.
 Cortright, R., Weber, J. and Bailey, R., 1987. Oregon estuary plan book. Department of Land Conservation and Development.
 Digby, M. J., Saenger, P., Whelan, M. B., McConchie, W., Eyre, B., Holmes, N., and Boucher, D., 1998. A physical classification of Australian Estuaries. Report prepared for the urban water research association of australia. centre for coastal management. southern cross university. lismore NSW. 57 pp.
 Engle, V. D., Kurtz, J. C., Smith, L. M., Chancy, C., Bourgeois, P., 2007. A classification of U.S. estuaries based on physical and hydrologic attributes. Environmental Monitoring and Assessment, 129: 397-412.

- Graham, J. E., Neville S. B., David J. G., and Peter, R. L., 2000. The conservation significance of estuaries: a classification of Tasmanian estuaries using ecological, physical and demographic attributes as a case study. *Biological Conservation*. **92**: 383–397.
- Halcrow, 2002. Futurecoast, produced for Department for Environment, Food & Rural Affairs, CD-ROM.
- Heap, A., Bryce, S., Ryan, D., Radke, L., Smith, C., Smith, R., Harris, P. and Heggie, D., 2001. Australian Estuaries and Coastal Waterways: A Geoscience Perspective for Improved and Integrated Resource Management. AGSO Record, Canberra.
- Hume, T. M. and Herdendorf, C. E., 1988. A geomorphic classification of estuaries and its application to coastal resource management: A New Zealand example. *Journal of Ocean and Shoreline Management*. **11**: 249–274.
- Hume, T. M., Snelder, T., Weatherhead, M., and Liefing, R., 2007. A controlling factor approach to estuary classification. *Ocean and Coastal Management*. **50**: 905–929.
- Ryan, D. A., Heap, A. D., Radke, L., and Heggie, D. T., 2003. Conceptual models of Australia's estuaries and coastal waterways: applications for coastal resource management. *Geoscience Australia Record*. 136 pp.
- Townend, I., Wright, A., and Price, D., 2000. An investigation of the gross properties of UK estuaries. In: *Modelling Estuary Morphology and Process*, Report Prepared by the EMPHASYS consortium for the Estuaries Research Programme Phase 1, MAFF Project FD1401, December 2000.

2010년 7월 20일 원고접수

2011년 3월 8일 수정본 채택

담당편집위원: 전승수