

참갈겨니, *Zacco koreanus* (잉어과, 어강)의 혼인색의 지리적 변이와 분포

채 병 수* · 윤 희 남¹

국립공원연구원, ¹국립환경과학원 생태계조사단

Geographic Variation and Distribution of Nuptial Color Patterns in Korean Chub, *Zacco koreanus* (Cyprinidae, Pisces)

Byung Soo Chae* and Hee Nam Yoon¹

National Park Research Institute, Namwon 590-811, Korea

¹Ecosystem Survey Team, National Institute of Environmental Research,
Incheon 404-170, Korea

In the investigation of geographic variations on the *Zacco koreanus* distributed widely in southern Korean Peninsula, it was found that there were distinct differences in the nuptial coloration among geographic populations. These color variations were presence of red band on anterior margin of pectoral fin and color patterns of dorsal fin. On the basis of those color variations three color types were recognized in *Z. koreanus*, that is, HK, NS and NE types. HK types were distributed mainly in Han and Geum River, NS types in Nakdong and Seomjin River, and NE types in Nakdong River and small streams on the east coast. It was noted ecologically and taxonomically that these three types were well separated geographically and two types of them, i.e., NS and NE types cohabit in the Nakdong River and shown a tendency of microhabitat segregation between them.

Key words : Geographic variation, nuptial color, *Zacco koreanus*, Korea

서 론

과거에 *Zacco temminckii*로 알려져 있던 어류는 중국의 사천·절강성, 대만, 한반도 그리고 일본에 분포하는 것으로 알려져 있으며, 우리나라에서는 동해 북부를 제외한 거의 전 지역에 서식하고 있다 (Kawanabe and Mizuno, 1989; Choi *et al.*, 1990; Kim, 1997). 이 어류는 형태가 매우 비슷하여 최근까지만 해도 1종으로 묶어있

었으나 한반도와 일본에서 각각 2종씩으로 구분되었다 (Hosoya *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2005). 즉 한반도에서는 *Z. temminckii* (갈겨니)와 *Z. koreanus* (참갈겨니), 일본에서는 *Z. temminckii*와 *Z. sieboldii*로써 3종으로 구분된 셈이다. 한반도에 서식하는 *Z. temminckii*에 대해서는 Uchida (1939)가 형태, 분포 및 생태에 대하여 비교적 상세히 기재하고 있지만 지리적 변이에 대한 언급은 없었다. 그 이후 한반도산 *Z. temminckii*에 대한 연구는 거의 없다가 1980~90년대에 걸쳐 핵형 및 동위호소의 분석에 의한 유전적 집단의 연구가 이루어졌는데 (Yang *et*

*Corresponding author: mrapidus@hanmail.net

al., 1984; Lee et al., 1986; Yang and Min, 1987, 1989a, b; Lee et al., 1988; Lee and Lee, 1988; Min, 1991; Min and Yang, 1993), 이들 연구에서 유전자형이 다른 A형과 B형이 구분되고 두 형은 혼서하는 곳이 많음이 밝혀졌다. 최근에는 *Z. temminckii*의 9개 지리적 개체군의 형태적 분석을 통하여 측선상부린수, 안경비, 혼인색에서 뚜렷이 구분되는 두 집단으로 나눌 수 있고, 이들은 지리적으로도 잘 구분되므로 서로 독립된 종으로 추정된다고 한 바 있으며 (Kim et al., 2003), 이를 정리하여 *Z. temminckii*를 *Z. koreanus*(참갈겨니)와 *Z. temminckii*(갈겨니)의 두 종으로 구분한 바 있다(Kim et al., 2005). 그러나 이들 연구에서는 조사된 개체군의 수가 적어 낙동강과 동해 및 남해로 흐르는 하천에 분포하는 개체군들에서 나타나는 변이와 전체적인 변이의 경향성을 반영하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 한반도 남부에 서식하는 *Z. koreanus*와 *Z. temminckii*의 체색 변이의 유형과 이들 변이의 분포양상을 파악하기 위하여 서해, 남해, 동해로 유입되는 하천수계에서 채집된 116개 개체군에 대하여 혼인색의 지리적 변이와 분포를 조사한 결과 매우 흥미있는 사실을 발견하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 조사에 이용된 표본은 116개 개체군에서 얻어진 것으로서 (Fig. 1), 가능하면 전국의 각 하천수계가 모두 포함되도록 채집지점을 선정하였으며, 2003~2005년의 기간 동안에 혼인색이 잘 발현되는 6월에서 9월 사이에 투망과 족대를 이용하여 채집하였다. 채집 즉시 모든 개체들의 혼인색을 관찰·기록하였으며 일부 개체는 10% 포르말린액에 고정하여 표본을 제작하고 체색이 변하기 전에 디지털 카메라(Canon 20D)로 촬영하였다. *Z. temminckii*의 개체군들은 *Z. koreanus*와의 혼인색과 분포를 비교하기 위한 비교집단으로서 이용하였다.

결 과

*Z. koreanus*와 *Z. temminckii*의 지리적 집단의 혼인색을 비교하기 위하여 대표적인 집단에서 선발된 개체의 사진을 Fig. 2에 나타내었다.

1. 상안부와 복부 옆면

Z. koreanus (Fig. 2-1, 2-2, 2-3)의 개체들은 상안부의

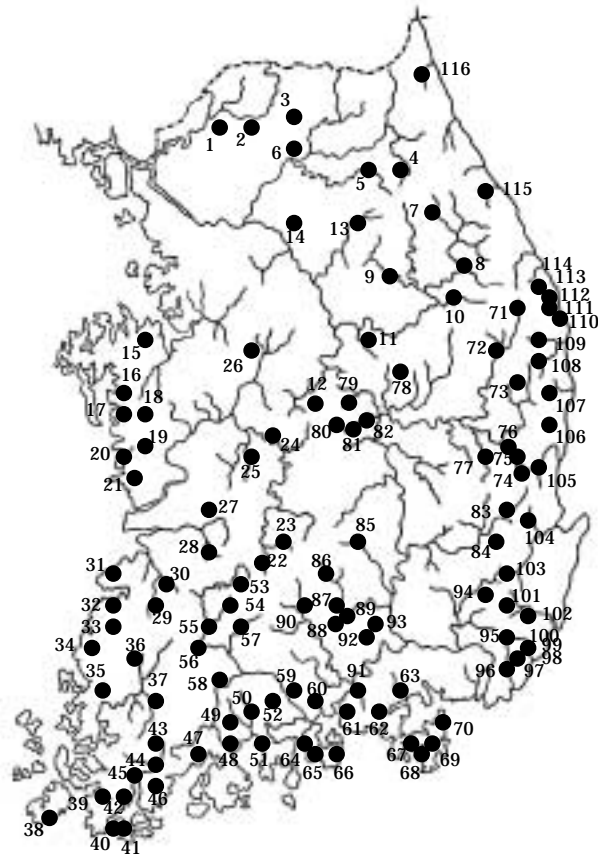


Fig. 1. Sampling stations of *Zacco koreanus* and *Z. temminckii* used in present study. See Appendix for detail of each locality.

공막 부분에 초승달모양의 붉은 반점이 없어서 붉은색 반점이 있는 *Z. temminckii*(Fig. 2-4)와 잘 구분되었다. 한편 복부의 아랫면은 모든 개체에서 붉은색을 띠고 있어 개체간 및 집단간에 차이가 없었으나, 복부의 옆면은 붉은색을 띠는 *Z. temminckii*(Fig. 2-4)와 노란색을 띠는 *Z. koreanus*(Fig. 2-1, 2-2, 2-3)로 잘 구분되었다. 그러나 각 종 내에서는 상안부의 색깔과 복부 옆면의 색깔에 지리적인 변이가 관찰되지 않았다.

본 조사에서 밝혀진 *Z. koreanus*의 서식하천은 임진강, 한강, 역천, 금강, 만경강 등의 서해유입하천과 낙동강 및 동해유입하천이었으며, *Z. temminckii*의 서식하천은 태안반도 바로 아래에 위치하는 진죽천 및 교성천에서부터 인천강, 와탄천, 영산강, 탐진강, 득량천, 이사천 등의 서해 및 남해유입하천, 동해남부의 수영강과 회야강에 이르고 있었다. 이러한 *Z. temminckii*의 분포는 기존의 보고(Kim et al., 2005)에서 알려진 것보다 더 넓은 것이 밝혀졌으며, 웅천천, 부안백천, 광양서천, 수어천, 사천천, 산양천에서는 *Z. koreanus*와 *Z. temminckii*가 혼서

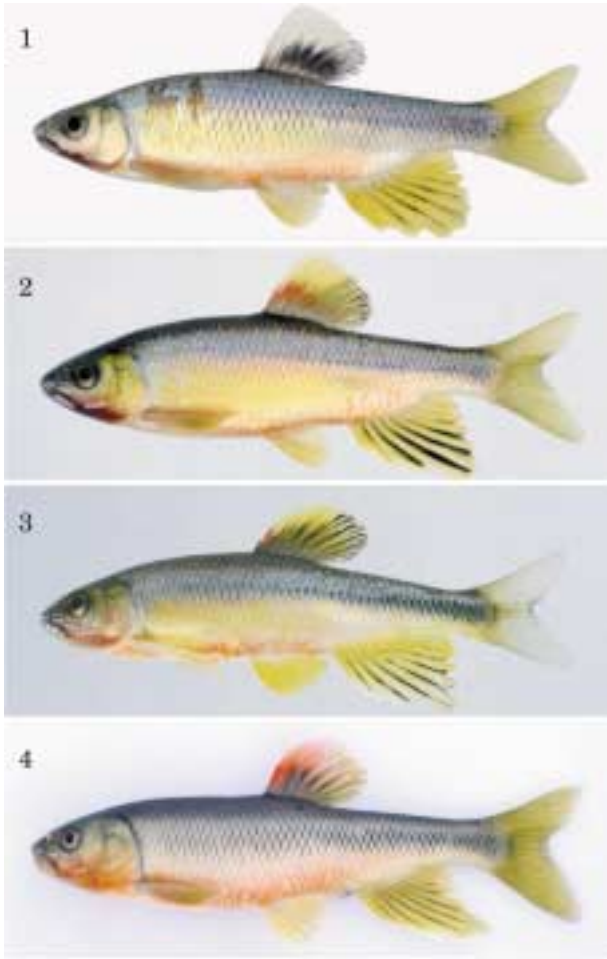


Fig. 2. Variation in nuptial color pattern of *Zacco koreanus* (1, 2, 3) and *Z. temminckii* (4). Note the color of upper eye, anterolateral body side, dorsal fin and anterior margin of pectoral fin.

하고 있었다 (Fig. 3).

2. 가슴지느러미 전단

*Z. koreanus*에 해당하는 개체들은 하천에 따라서 가슴지느러미의 전단에 붉은 띠가 있는 개체 (Fig. 2-1, 2-2)로 이루어진 집단과 붉은 띠가 없는 개체 (Fig. 2-3)로 이루어진 집단으로 구분되었다. 임진강, 한강, 역천, 금강, 만경강 등의 서해유입하천, 수어천, 진전천, 낙동강 등의 남해유입하천, 태화강, 형산강, 가곡천, 강릉남대천 등의 동해유입하천에 서식하는 *Z. koreanus*의 개체들은 가슴지느러미의 전단에 붉은 띠가 있었다. 그러나 낙동강, 거제도의 산양천, 회야강 및 영덕오십천에서 왕피천, 호산천, 궁촌천까지의 동해유입하천에 서식하는 *Z. koreanus*의 개체들은 모두 가슴지느러미 전단에 붉은 띠가 없이

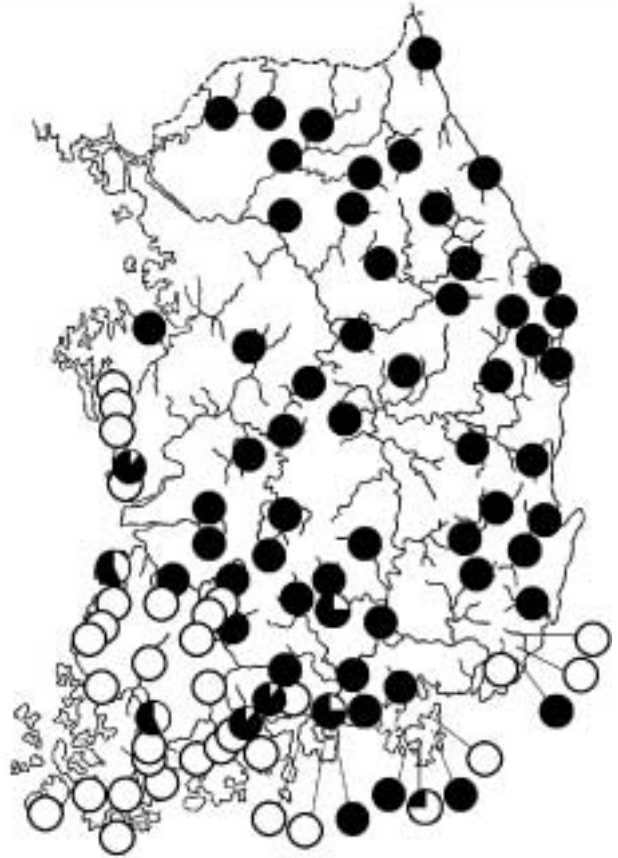


Fig. 3. Variation in colors of upper-eye and anterolateral body side. White symbols indicate populations with red upper-eye or red anterolateral body side and black symbols no color in upper-eye or yellow anterolateral body side.

바탕색인 노란색을 띠고 있었다. 한편 남해도의 화천, 사천천, 암전천, 낙동강의 많은 지점에서는 가슴지느러미 전단에 붉은 띠가 있는 개체와 없는 개체가 혼서하고 있었다 (Fig. 4). *Z. temminckii*는 모든 개체가 가슴지느러미 전단에 붉은 띠가 없었다 (Fig. 2-4).

3. 등지느러미

등지느러미의 color pattern은 다소 복잡한 변이를 나타내었다. *Z. koreanus*에서는 (1) 등지느러미의 상반부는 흰색 혹은 투명하며 하반부는 검은색을 띠고 전단의 가시부분은 붉은 점이 없거나 있더라도 아주 작은 것 (Fig. 2-1), (2) 등지느러미 상반부는 노란색, 하반부는 연한 갈색이고 그 중간에 폭넓은 붉은 띠가 있으며 전단의 가시에는 붉은 점이 있는 것 (Fig. 2-2), (3) 등지느러미 상반부는 노란색이고 하반부는 갈색이며 전단의 가시에는 붉은 점이 있는 것 (Fig. 2-3)의 세 가지 유형으로 구분

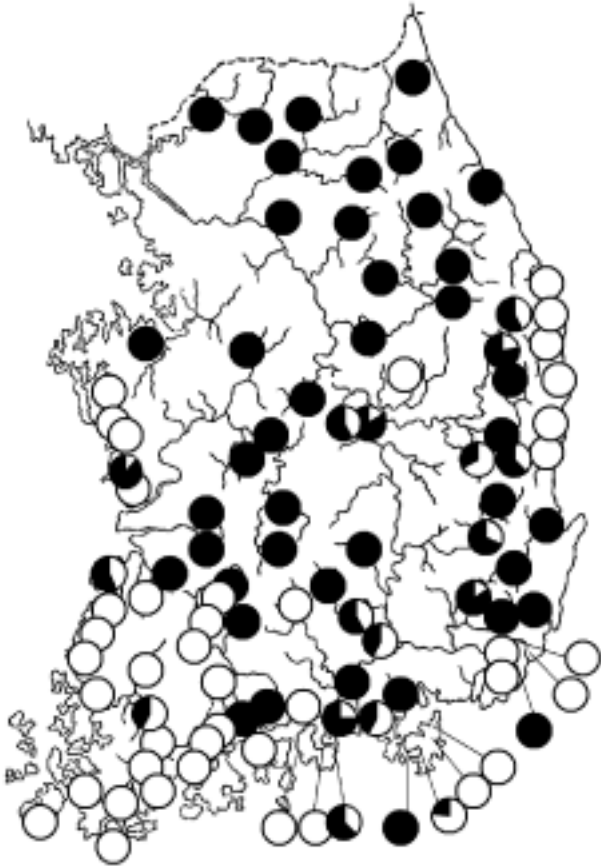


Fig. 4. Variation in color of anterior margin of pelvic fin. Black symbols indicate populations with red anterior margin and white symbols no color.

되었다. *Z. temminckii*는 (4) 등지느러미의 상반부는 붉은색이고 하반부는 다소 진한 갈색이며 전단의 가시부 분에는 붉은 점이 있는 것 (Fig. 2-4)의 단일한 유형만 존재하였다.

임진강, 한강, 역천, 금강, 만경강 등의 서해로 흐르는 하천 및 강릉남대천과 간성북천의 동해북부로 흐르는 하천에 서식하는 개체들은 (1)항과 같은 등지느러미의 특징을 지니고 있었다. 충남의 진죽천, 교성천, 대천, 전북 및 전남의 서해와 남해로 유입되는 대부분의 하천, 섬진강의 중하류지역, 경남의 남해로 유입하는 일부 하천, 수영강, 회야강에 서식하는 개체들은 (4)항과 같은 등지느러미의 특징을 지니고 있었다 (Fig. 5). 그러나 웅천천, 동진강, 백천에서는 등지느러미 윗부분이 흰색인 개체와 붉은색인 개체 즉 (1)과 (4)항의 특징을 가지는 개체가 혼서하였으며 중간형은 나타나지 않았다.

한편 섬진강의 일부 지역, 낙동강, 태화강, 형산강에는 (2)항의 특징을 지닌 개체들이 서식하고 있었고, 낙동강, 수영강, 회야강, 영덕오십천, 송천천, 왕피천, 부구천, 가곡

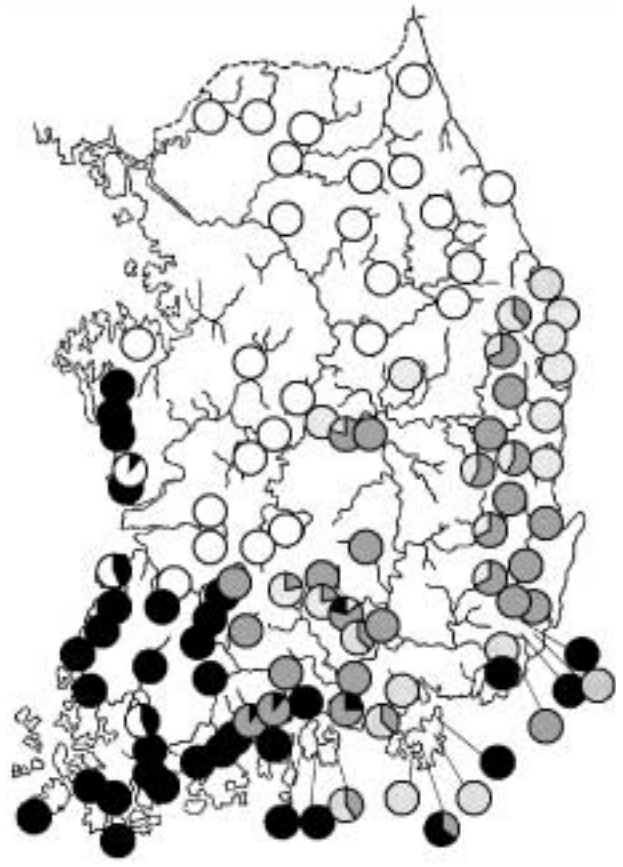


Fig. 5. Variation in color of dorsal fin. White symbols indicate populations with white or transparent in upper part, black symbols red in upper part, grey symbols yellow in upper part and red band in middle part and shaded symbols yellow in upper part and red blotch in anterior margin.

천, 호산천, 궁촌천 등 낙동강과 동해유입하천을 중심으로 한 지역에는 (3)항의 특징을 지닌 개체들이 서식하고 있었다. 한편 낙동강 각 지류의 중상류 지역에서는 (2)항의 특징을 지니는 개체와 (3)항의 특징을 지니는 개체들이 혼서하고 있는 지점이 많이 발견되었다.

한편 강원도 강릉 남대천과 간성 북천에서 발견된 개체들은 등지느러미의 윗부분이 투명한 개체들로만 이루어져 있었는데, 한강 및 금강에 서식하는 개체들과 같은 색깔을 지니고 있어 지리적 분포상 주목되었다.

4. 형의 구분 및 분포

이상에서 살펴본 상안부, 등지느러미, 가슴지느러미 전연부, 복부 옆면의 체색의 관계를 Table 1에 나타내었다.

이러한 색깔의 변이 중 상안부, 등지느러미의 상반부와 체측면이 붉은색인 개체들은 *Z. temminckii*, 상안부

Table 1. Comparison of color patterns among species and types in *Zacco koreanus* and *Z. temminckii* from Korea

Characters	<i>Zacco koreanus</i>			<i>Zacco temminckii</i>
	HK type	NS type	NE type	
Upper eye	None	None	None	Red
Anterolateral body side	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Pectoral fin anterior margin	Red	Red	Yellow	Yellow
Dorsal fin	Upper part	White	Yellow	Red
	Middle	Black	Red	Brown
	Lower	Black	Brown	Brown
	Anterior lower margin	Small red blotch or none	Large red blotch	Large red blotch

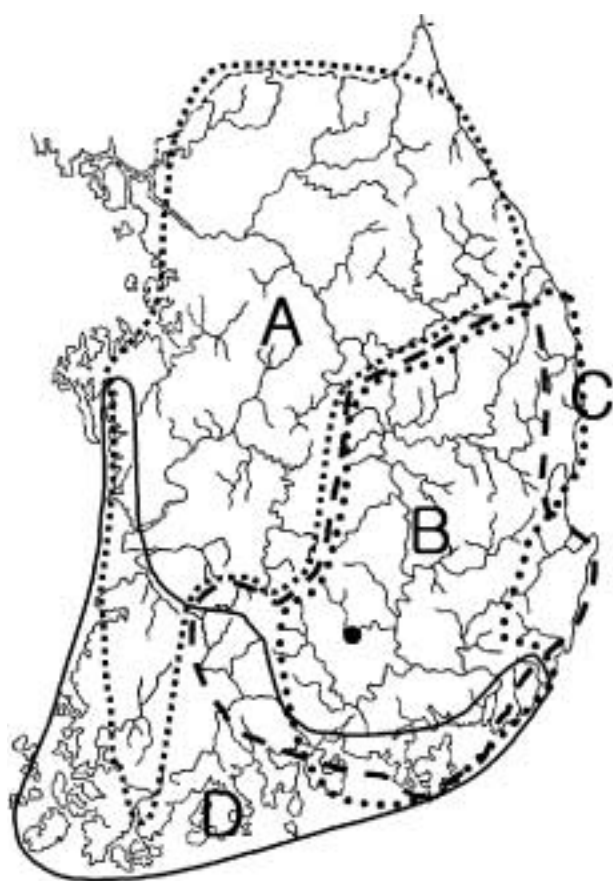


Fig. 6. Distribution pattern of each species and color type divided by nuptial coloration. A to C: *Z. koreanus* [A (square dotted line): HK type, B (dashed line): NS type and C (round dotted line): NE type], D (solid line): *Zacco temminckii* and solid circle: cohabitation station of *Z. temminckii*, NS type and NE type.

에 붉은색이 없고 체측면이 노란색을 띠는 나머지 다른 개체들은 모두 *Z. koreanus*로 이미 구분된 바 있다 (Kim et al., 2005).

Table 2. Comparison of number of individuals with each type at the cohabiting rivers

Population (Site No.)	<i>Zacco koreanus</i>			<i>Zacco temminckii</i>
	HK type	NS type	NE type	
Ungcheon R. (19, 20)	35			3
Baek R. (31)	13			8
Jiseok R. (37)	9			26
Gwangyangseo R. (50)		22		1
Sueo R. (52)		27		2
Sacheon R. (61)		33		11
Amjeon R. (62)		10	15	
Wha R. (66)		17	9	
Sanyang R. (68)		16		61
Cheolam R. (71)		24	47	
Yongjeon R. (75)		45	31	
Ian R. (81)		49	10	
Gongam R. (89)		27	5	9

그러나 *Z. koreanus* 내에서 지리적 개체군 간에 색깔 유형의 차이가 뚜렷하고 분포에서도 지리적 집단을 이루는 등 일관성을 유지하고 있어서 이들을 몇 개의 형으로 구분하였다. 즉, 등지느러미 상부가 흰색인 개체들은 주로 한강과 금강을 중심으로 서식하고 있으므로 HK형, 등지느러미 상부가 노란색이고 등지느러미 가운데 붉은 띠가 있으며 가슴지느러미 전단에도 붉은 띠가 있는 개체들은 주로 낙동강과 섬진강을 중심으로 서식하므로 NS형, 등지느러미 상부가 노란색이고 등지느러미 가운데 붉은 띠가 없으며 가슴지느러미 전단에도 붉은 띠가 없는 개체들은 낙동강과 동해안지역을 중심으로 서식하므로 NE형으로 하였다 (Fig. 6).

이들 각 색깔에 의해 구분된 형들은 지리적으로 비교적 잘 구분되지만 많은 지점에서 혼서하고 있었다. HK형과 *Z. temminckii*는 웅천천, 부안 백천, 영산강의 지석천에서 공서하며, *Z. temminckii*와 NS형은 남해로 흐르

는 수어천, 광양서천, 사천천, 거제도의 산양천에서 공서하고 있었다. NS형과 NE형은 낙동강의 많은 지점에서 공서하고 있었는데 NE형은 상류에, NS형은 중류에 치우치는 경향을 나타내었다. 한편 경남 합천군의 한 하천에서는 *Z. temminckii*, NS형, NE형의 개체들이 혼서하고 있어서 주목되었다(Table 2). 또한 거제도와 남해도의 소하천들에서는 하천마다 다른 출현양상을 나타내었는데, 거제도의 연초천에서는 *Z. temminckii*만, 고현천과 둔덕천에서는 NE형만 그리고 산양천에서는 NS형과 *Z. temminckii*가 공서하였으며, 남해도의 화천에서는 NS형과 NE형이 공서하지만 무림천과 서상천에서는 *Z. temminckii*만 출현하였다.

고찰

*Z. temminckii*의 혼인색에 대해서는 Uchida (1939), Chyung (1977), Choi *et al.* (1990), Kim and Kang (1993), Kim (1997) 등에 의하여 기재된 바 있다. Uchida (1939)와 Chyung (1977)은 *Z. temminckii*의 수컷은 산란기에 몸의 하반부는 황색 혹은 황적색, 지느러미는 모두 등황색을 띠며 등지느러미 전단에는 붉은 색의 부분이 있다고 하였다. 이들의 혼인색의 기재는 본 조사의 결과와 비교할 때 낙동강과 동해안 중심의 집단 즉 NE형과 동일한 개체군의 색채를 기재한 것으로 추정되며, 실제로 Uchida (1939)는 낙동강의 밀양강 및 남강의 개체에 대한 측정치를 제시하고 있다. Choi *et al.* (1990)은 *Z. temminckii*가 눈은 붉지 않고 검으며, 등지느러미의 꼭대기는 담색, 몸의 배쪽은 황색을 띤다고 하였고, Kim and Kang (1993) 및 Kim (1997)은 산란기의 수컷은 온몸에 황색을 띠며 아가미뚜껑, 배의 위쪽, 가슴지느러미, 배지느러미, 뒷지느러미, 꼬리지느러미는 담황색, 등지느러미 위가장자리 일부를 제외하고는 검다고 하였는데, 이들의 기재는 한강 및 금강 중심의 HK형에 대한 혼인색의 기재로 생각된다.

혼인색에 의해 구분된 *Z. koreanus*의 형들과 *Z. temminckii*의 분포는 다른 종들의 분포와 일치하는 부분이 많이 있었다. HK형은 임진강, 한강, 금강, 만경강, 동진강에 주로 분포하며 영산강, 탐진강(Kim *et al.*, 2003)에서도 일부 분포가 밝혀졌는데 이는 얼룩동사리의 분포와 거의 일치하는 경향을 보이고 있다. *Z. temminckii*는 태안반도 남쪽에서부터 서해연안, 남해연안을 거쳐 동해 최남부의 수영강과 회야강까지 분포하는데 이는 왕종개의 동쪽 경계인 태화강과 거의 일치한다. 한편 NE형은 낙동강과 동해로 흐르는 하천 및 남해안의 일부 하천에 분포하는데 그 분포의 북한계선은 강원도 삼척시 근덕

면 궁촌리의 궁촌천으로 밝혀졌으며, 궁촌천에는 점물개가 같이 출현하여 점물개와 북방한계선을 공유하고 있었다. NS형은 낙동강과 섬진강 및 남해연안의 일부 하천에 분포하는데 이는 낙동강과 섬진강에 제한 분포하는 모래주사, 큰줄납자루의 분포와 매우 비슷하다. 이러한 각 형의 분포영역과 다른 종들의 분포영역이 일치하는 것은 생물지리학적으로 매우 흥미로운 사실일 뿐만 아니라 *Z. koreanus*의 각 형의 분류학적인 위치를 고려하는데 중요한 요인으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

한편 동해 중북부의 강릉 남대천과 간성 북천에서 채집된 *Z. koreanus* 개체들은 혼인색으로 보아 HK형으로 판정되어 영서지역의 것과 동일하였다. 분포의 연속성이라는 면과 본 조사의 결과에 의하면 *Z. koreanus*의 실제 자연분포는 삼척시 궁촌천 이남으로 여겨지므로 강릉과 간성의 하천에 *Z. koreanus* HK형이 분포하는 것은 인위적인 이동에 의한 것이라 생각된다. 영서지역의 한강수계에서 영동지역의 하천으로의 인위적 이동은 통가리, 미유기, 격지 등의 경우에서도 알려져 있다(Jeon, 1980, 1984; Choi, 1986).

한국산 *Z. temminckii*의 유전적 변이에 대한 연구에서 *Mdh-1* 유전자는 MM동형접합자와 MS이형접합자의 두 유전자형을 가지고 있음이 발견되었고 전자는 A형, 후자는 B형으로 구분된 바 있다(Yang and Min, 1989a). 이 두 가지 형의 지리적 분포를 보면 A형은 태백산맥의 동쪽 해안 일대와 남해안의 일부지역, B형은 서해와 남해로 흐르는 하천의 내륙지역에 분포하는 것으로 밝혀졌으며 남해안의 일부 지역에서는 두 형이 공존하는 곳도 있다고 하였다. 이 결과를 본 조사의 결과와 비교해 보면 가슴지느러미 전단의 붉은 띠 유무의 분포와 잘 일치하였다. 그러나 Yang and Min (1989a)에 의한 A형과 본 조사의 가슴지느러미 전단에 붉은 띠가 없는 개체들 중 영산강, 보성강, 남해도, 거제도, 회야강의 것은 *Z. temminckii*로, 동해안의 것은 *Z. koreanus*로 구분되었기(Kim *et al.*, 2005) 때문에 이러한 구분은 별 의미가 없다고 생각된다. 그렇다 하더라도 동해안에서 A형의 분포는 본 조사의 NE형의 분포와 완전히 일치하고 있어 주목된다.

Yang and Min (1989a)은 A형과 B형이 공존하는 하천 중 남해도의 화천에서 두 형의 빈도분포를 조사한 결과 B형은 중류와 하류에 높은 빈도로 출현하고 있음을 밝히고 A형은 저온적응형, B형은 고온적응형이라고 하였으며 평균수온이 낮은 동해안의 하천에 A형이 분포하는 것은 온도적응현상과 잘 일치하는 것이라 하였다. 본 조사에서는 낙동강과 남해의 일부 도서지역의 하천에서는 NS형과 NE형이 공서하는 곳이 많았는데, 공서하천에서

이들의 미세분포를 보면 NE형은 보다 상류지역에 NS형은 다소 중류지역에 치우치는 경향이 있으며 포항 이북의 동해안의 하천에는 NE형만 출현한다는 것은 유전자 분석의 결과와 상당 부분 일치하고 있다. 따라서 Yang and Min (1989a)의 조사에서 낙동강의 최상류 지역에 대한 조사가 빠져 있어 정확한 비교는 어렵지만 지리적 분포, 온도적응성, 미세서식처 구분 등의 사실을 고려하면 A형과 B형은 각각 본 조사의 NS형과 NE형에 대응하는 것으로 생각된다. 다만 한강과 금강수계의 개체군들이 B형으로 구분되어 있는 점은 본 조사의 결과와 차이가 있는 것으로서 앞으로 해결되어야 할 문제이다. 또한 현재 하나의 분류군으로 되어있는 NS형과 NE형이 같은 하천에 공존하면서 서로 구분되고 있다는 사실은 생태학적 및 분류학적으로 매우 의미가 있으므로 이들의 미세서식처에 대한 정밀한 조사가 필요하다고 생각된다.

본 조사의 결과 및 논의에서 *Z. koreanus*는 3가지 형으로 구분되었는데, 이들은 지리적으로 잘 구분되고 있음이 밝혀졌다. 더구나 NS형과 NE형은 분포지역이 서로 중복되고 많은 지역에서 공존하지만 미세서식처가 구분되는 경향을 보이고 있어 분류학적으로 매우 흥미로운 시사점을 제공하고 있다. 따라서 이 3가지 형의 분류학적 위치를 밝히기 위해서는 정확한 형태적 분석, 공서지에서의 생식적 격리 및 서식처분리 현상, 분자유전학적 연구에 의한 계통분석 등에 대한 연구가 수행될 필요가 있다고 생각된다. 그러나 *Z. koreanus*의 3가지 형은 아직 분류학적 위치가 정립되지 않았지만 이들을 서로 구분할 필요가 있으므로 검색표를 작성하여 제시하였다.

검색표

- 1a. 상안부 붉은색, 등지느러미 상단 붉은색 *Z. temminckii*
- 1b. 상안부 붉은색 없음, 등지느러미 상단 흰색 혹은 노란색 *Z. koreanus* 2
- 2a. 등지느러미 상반부 흰색, 하반부 검은색 HK형
- 2b. 등지느러미 상반부 노란색, 하반부 갈색 3
- 3a. 등지느러미 가운데 붉은 띠, 가슴지느러미 전단에 붉은 띠 있음 NS형
- 3b. 등지느러미 전단에만 붉은 띠, 가슴지느러미 전단에 붉은 띠 없음 NE형

적 요

한반도 남부의 하천수계에 널리 분포하는 *Zacco kore-*

*anus*를 대상으로 혼인색의 지리적 변이를 조사한 결과 지리적 개체군 사이에 뚜렷한 차이가 있음을 발견하였다. 즉 가슴지느러미 전단에 붉은띠의 유무와 등지느러미의 색깔에 큰 차이가 있었다. 이 색깔의 변이에 의하여 *Z. koreanus* 내에 색깔이 서로 다른 3가지 유형, 즉 HK, NS 그리고 NE형을 구분하였다. HK형은 한강과 금강에, NS형은 낙동강과 섬진강에, 그리고 NE형은 낙동강과 동해안의 하천에 주로 분포하였다. 이들 3가지 형은 지리적으로 잘 구분되며 그 중 NS형과 NE형은 낙동강에서 공서하는 곳이 많고 미세서식처가 분리되는 양상을 나타내므로 생태학적 및 분류학적으로 주목된다.

인 용 문 헌

Choi, K.C. 1986. Nature of Gangwondo. Freshwater fishes. Gangwondo Office of Education. Jeongmunsa Publ. Co., 389 pp. (in Korean)

Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 1990. Coloured illustrations of the freshwater fishes of Korea. Hyangmoonsa Publ. Co., Seoul, pp. 97~98. (in Korean)

Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. Iljisa, Seoul, 727 pp., 328 pls., 137 color pls. (in Korean)

Hosoya, K., H. Ashiwa, M. Watanabe, K. Mizuguchi and T. Okazaki. 2003. *Zacco sieboldii*, a species distinct from *Zacco temminckii* (Cyprinidae). Ichthyol. Res., 50 : 1~8.

Jeon, S.R. 1980. Studies on the distribution of fresh-water fishes from Korea. Doctoral thesis of Chungang Univ. 91 pp. (in Korean)

Jeon, S.R. 1984. Studies on the key and distribution of bagrid and silurid fishes (Siluriniiformes) from Korea. Sangmyung Women's Univ., 14 : 83~115. (in Korean)

Kawanabe, H. and N. Mizuno. 1989. Freshwater fishes of Japan. Yama-Kei Publ. Co. Ltd., Tokyo, pp. 234~243. (in Japanese)

Kim, I.S. 1997. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Vol. 37. Freshwater Fishes. Ministry of Education, pp. 268~270. (in Korean)

Kim, I.S. and E.J. Kang. 1993. Coloured fishes of Korea. Academy Publ. Co., Seoul, 477 pp. (in Korean)

Kim, I.S., M.K. Oh and K. Hosoya. 2005. A new species of cyprinid fish, *Zacco koreanus* with redescription of *Z. temminckii* (Cyprinidae) from Korea. Korean J. Ichthyol. 17(1) : 1~7.

Kim, I.S., J.Y. Park and M.K. Oh. 2003. Morphology and geographic variation of dark chub, *Zacco temminckii* (Cyprinidae) from Korea. Proceedings of 58th Annual Meeting of Korean Association of Biological Sciences, 7

- : 128.
- Lee, H.Y., J.W. Cho and S.Y. Yang. 1986. Evolutionary study on the dark chub (*Zacco temminckii*) II. Chromosome analysis of two types of Mdh. Korean J. Zool. 29 (3) : 208~214. (in Korean)
- Lee, H.Y. and H.S. Lee. 1988. Evolutionary study on the dark chub (*Zacco temminckii*). V. Geographical variation on the karyotypes between two allelotypes. Korean J. Genet., 10 : 93~99. (in Korean)
- Lee, H.Y., S.Y. Yang, S.G. Paik, C.S. park, S.L. Yu and S.K. Lee. 1988. A study on the speciation of a fresh water fish *Zacco temminckii*. VII. Variation of mitochondrial DNA between 2 types of *Zacco temminckii*. Korean J. Zool. 31 : 236~242. (in Korean)
- Min, M.S. 1991. Systematic study on the genus *Zacco* (Pisces, Cyprinidae). Ph. D. thesis of Inha Univ. 94 pp. (in Korean)
- Min, M.S. and S.Y. Yang. 1993. Systematic study on the genus *Zacco* (Pisces, Cyprinidae). IV. Genetic differentiation of the dark chub (*Zacco temminckii*) from Korea and Japan. Korean J. Zool. 36 : 28~35. (in Korean)
- Uchida, K. 1939. The Fishes of Tyosen. Part 1. nematognathi, eventognathi. Bull. Fish. Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen, 6. pp. 339~346. (in Japanese)
- Yang, S.Y., S.R. Jeon, I.Y. Choo and J.H. Kim. 1984. Genetic variation and systematics in the subfamily Danioninae (Fishes). Bull. Inst. Basic Sci., Inha Univ., 5 : 111~118. (in Korean)
- Yang, S.Y. and M.S. Min. 1987. Evolutionary study on the dark chub (*Zacco temminckii*). VI. Genetic variation, morphology and artificial hybridization. Korean J. Zool., 30 : 417~431. (in Korean)
- Yang, S.Y. and M.S. Min. 1989a. Evolutionary study on the dark chub (*Zacco temminckii*) I. Geographic distribution and seasonal variation of two allelomorphs of MDH. Korean J. Zool. 2 : 232~241. (in Korean)
- Yang, S.Y. and M.S. Min. 1989b. Evolutionary study on the dark chub (*Zacco temminckii*) IX. Phylogeny of the subfamily Danioninae (Pisces, Cyprinidae). Korean J. Zool. 32 : 393~403. (in Korean)

Received: March 27, 2006
Accepted: May 24, 2006

Appendix 1. 조사지점의 수계, 행정지명 및 출현종 혹은 형 (Zt: *Zacco temminckii*)

지점번호	하천명	행정지명	출현종 혹은 형
1	임진강 (신천-산내천)	경기도 포천시 신북면 금동리	HK
2	임진강 (영평천)	경기도 포천시 이동면 장암리	HK
3	북한강 (사내천)	강원도 화천군 사내면 광덕리	HK
4	북한강 (내린천)	강원도 인제군 상남면 상남리 구미동 구미2교	HK
5	북한강 (홍천강-내촌천)	강원도 홍천군 서석면 풍암리	HK
6	북한강 (승안천)	경기도 가평군 가평읍 읍내리	HK
7	남한강 (오대천)	강원도 평창군 진부면 두일리	HK
8	남한강 (임계천)	강원도 정선군 임계면 임계리 점구비	HK
9	남한강 (주천강)	강원도 영월군 수주면 운학리 하일 부근	HK
10	남한강 (옥동천)	강원도 영월군 하동면 주문리	HK
11	남한강 (죽령천-남조천)	충북 단양군 대강면 황정리 황정마을	HK
12	남한강 (달천)	경북 상주시 화북면 중벌리 대초정	HK
13	남한강 (섬강-전천)	강원도 횡성군 우천면 용둔리	HK
14	남한강 (흑천)	경기도 양평군 용문면 연수리	HK
15	역천	충남 서산시 운산면 고평리 청룡1교	HK
16	진죽천	충남 보령시 청소면 야현리	Zt
17	교성천	충남 보령시 오천면 교성리 시락배	Zt
18	대천	충남 보령시 소양리 익당	Zt
19	웅천천	충남 보령시 풍계리 도화담	HK, Zt
20	웅천천	충남 보령시 주산면 화평리	HK, Zt
21	중천천	충남 서천군 판교면 삼좌리 백골	Zt
22	금강 (정자천)	전북 진안군 부귀면 봉암리 봉암교	HK
23	금강 (무주남대천)	충북 영동군 용화면 월전리	HK
24	금강 (회인천)	충북 보은군 죽암리 새터	HK
25	금강 (유동천)	대전시 중구 침산동 방아피	HK
26	금강 (미호천-성암천)	충북 진천군 진천읍 상계리 지랑마을 상계교	HK
27	만경강 (소양천)	전북 완주군 소양면 신촌리 삼중	HK
28	만경강 (고산천)	전북 완주군 고산면 삼기리 상삼기	HK
29	동진강 (칠보천)	전북 정읍시 칠보면 시산리 세류	HK
30	동진강 (정읍천)	전북 정읍시 내장동 내장산국립공원	Zt
31	백천	전북 부안군 상서면 청림리 남성	HK, Zt
32	인천강	전북 고창군 아산면 용계리 굴치목장	Zt
33	와탄천	전북 고창군 성송면 무송리 백토	Zt
34	불갑천	전남 영광군 불갑면 녹산리 입석	Zt
35	영산강 (함평천)	전남 함평군 대동면 운교리	Zt
36	영산강 (금성천)	전남 담양군 금성면 대성리	Zt
37	영산강 (지석천)	전남 화순군 춘양면 용두리 새터	HK, Zt
38	임회천 (진도)	전남 진도군 임회면 용호리 용산저수지 하방	Zt
39	삼산천	전남 해남군 삼산면 신흥리 광천교	Zt
40	군외천 (완도)	전남 완도군 완도읍 신학리	Zt
41	영풍천 (완도)	전남 완도군 완도읍 영풍리 영풍천	Zt
42	동해천	전남 해남군 북평면 동해리 유다리마을	Zt
43	탐진강 (부산천)	전남 장흥군 부산면 금자리 효자	Zt
44	탐진강 (부산천)	전남 장흥군 부산면 기동리 이곡	Zt
45	탐진강	전남 장흥군 장흥읍 순지리 순지교	Zt
46	고읍천	전남 장흥군 관산읍 남송리 와룡교	Zt
47	득량천	전남 보성군 득량면 송곡리 중동	Zt
48	교촌천	전남 순천시 낙안면 교촌리 금계동	Zt
49	이사천	전남 순천시 승주읍 신전리 신전	Zt
50	광양서천	전남 광양시 봉강면 구서리 마시	NS, Zt
51	소라천	전남 여수시 소라면 봉두리	Zt
52	수어천	전남 광양시 진상면 황죽리 신전	NS, Zt
53	섬진강	전북 진안군 백운면 남계리 반송초교	NS
54	섬진강 (오수천)	전북 임실군 성수면 오류리 덕재	Zt
55	섬진강 (옥과천)	전남 곡성군 입면 입석리	Zt
56	섬진강	전남 순창군 적성면 고원리	Zt
57	섬진강 (요천)	전북 장수군 번암면 대론리 장수뜰개이트 하방	NS

Appendix 1. To be Continued.

지점번호	하천명	행정지명	출현종 혹은 형
58	섬진강 (보성강-송광천)	전남 순천시 외서면 장산리 장산1교	Zt
59	섬진강 (횡천강)	경남 하동군 횡천면 애치리 온동마을	NS
60	관곡천	경남 하동군 진교면 관곡리 성평	Zt
61	사천천	경남 고성군 상리면 신촌리 신촌	NS, Zt
62	암전천	경남 고성군 대가면 유흥리	NS, NE
63	진천천	경남 마산시 진전면 봉암리 봉암교	NE
64	남해도 (서상천)	경남 남해군 서면 연죽리(대평리)	Zt
65	남해도 (무림천)	경남 남해군 이동면 난음리 수촌마을	Zt
66	남해도 (화천)	경남 남해군 삼동면 동천리 화암	NS, NE
67	거제도 (둔덕천)	경남 거제시 둔덕면 시목리 시목	NE
68	거제도 (산양천)	경남 거제시 동부면 산양리	NS, Zt
69	거제도 (고현천)	경남 거제시 신현읍 문동리	NE
70	거제도 (연초천)	경남 거제시 연초면 덕치리 문암 문암교	Zt
71	낙동강 (철암천)	강원도 태백시 철암동	NS, NE
72	낙동강	경북 봉화군 명호면 도천리	NS, NE
73	낙동강 (반변천)	경북 영양군 일월면 문암리	NS
74	낙동강 (용전천)	경북 청송군 부남면 이현리 갈미	NE
75	낙동강 (용전천)	경북 청송군 부남면 구천리 병암	NS, NE
76	낙동강 (용전천)	경북 청송군 청송읍 송생리 뒷들	NS
77	낙동강 (길안천)	경북 청송군 안덕면 신성리	NS
78	낙동강 (내성천-남원천)	경북 영주시 풍기읍 창락리	NE
79	낙동강 (영강-용암천)	경북 문경시 농암면 내서리 쌍룡	NS, NE
80	낙동강 (이안천)	경북 상주시 화남면 등관리	NE
81	낙동강 (이안천)	경북 상주시 화서면 상곡리 중말	NS, NE
82	낙동강 (이안천)	경북 상주시 공검면 예주리 금사마을	NS
83	낙동강 (금호강)	경북 포항시 죽장면 입암리	NS
84	낙동강 (금호강-북안천)	경북 영천시 북안면 임포리 임포마을	NS, NE
85	낙동강 (회천-대가천)	경북 김천시 증산면 황정리	NS
86	낙동강 (황강-위천천)	경북 거창군 북상면 농산리 농산리마을 앞	NS
87	낙동강 (황강-하금천)	경남 합천군 대병면 하금리 하금2교	NS, NE
88	낙동강 (황강-공암천)	경남 합천군 용주면 공암리 양지마을	NE
89	낙동강 (황강-공암천)	경남 합천군 용주면 장전리 공암교	Zt, NS, NE
90	낙동강 (덕천강)	경남 산청군 삼장면 홍계리 서촌마을	NS, NE
91	낙동강 (남강-영천강)	경남 고성군 영현면 대벌리 금태골	NS
92	낙동강 (신반천)	경남 의령군 공유면 운계리 어촌마을	NS, NE
93	낙동강 (신반천)	경남 의령군 유곡면 마두리 마두교	NS
94	낙동강 (밀양강-운문천)	경북 청도군 운문면 신원리 황정마을	NS, NE
95	수영강 (법기천)	부산시 기장군 동면 법기리 법기저수지 하방	NE
96	수영강 (철마천)	부산시 기장군 철마면 장전리 회동저수지 직상	Zt
97	장안천	부산시 기장군 장안읍 장안리	NS
98	회야강 (곰내)	울산시 울주군 웅촌면 은현리	Zt
99	회야강 (남창천)	울산시 울주군 온양읍 삼광리	Zt
100	회야강 (남창천)	울산시 울주군 온양읍 남창리 북곡마을	NE
101	태화강 (보은천)	울산시 울주군 삼동면 보은리 하송정	NS
102	태화강 (대곡천)	울산시 울주군 두동면 구미리 구미초교 앞	NS
103	형산강 (북안천)	울산시 울주군 두서면 북안리 당수골	NS
104	형산강 (기계천)	경북 포항시 기계면 인비리	NS
105	영덕오십천	경북 영덕군 달산면 매일리	NE
106	송천천	경북 영덕군 창수면 오촌리 봉정	NE
107	평해남대천	경북 울진군 온정면 광포리 평전	NE
108	왕피천	경북 영양군 수비면 신원리 번신	NE
109	불영천	경북 울진군 서면 소광리 광천교 하방	NE
110	부구천	경북 울진군 북면 주인리 주인초교 옆	NE
111	가곡천	강원도 삼척시 가곡면 풍곡리	NE
112	호산천	강원도 삼척시 원덕읍 이천리	NE
113	임원천	강원도 삼척시 원덕읍 임원리 사기촌 부근	NE
114	궁촌천	강원도 삼척시 근덕면 궁촌리 구마동	NE
115	강릉남대천	강원도 강릉시 성산면 어흘리	HK
116	간성북천	강원도 고성군 간성읍 장신리	HK