

# 울산 작괘천의 포트홀에 관한 지형분석

김태형<sup>a</sup> · 공달용<sup>a</sup> · 임종덕<sup>a</sup> · 정승호<sup>a</sup> · 유영원<sup>a</sup>

<sup>a</sup>문화재청 국립문화재연구소

## 국/문/초/록

본 논문에서는 하천침식 지형인 포트홀에 대해 연구한 내용을 기술하였다. 포트홀(Pothole)은 생긴 모습이 마치 커피를 끓이는 커피포트에 닳은 구멍이라고 해서 붙여졌다. 본 연구는 선행연구 분석을 통해 도출한 결과들을 연구지역인 '작괘천 포트홀'에 적용시키는 방식으로 진행하였다. 특히 포트홀의 규모와 형태에 초점을 두고, 하상퇴적물의 분포, 유수의 방향, 구조선의 방향 등을 조사하여 연구지역의 포트홀 형태와 특성에 관한 결과를 도출하였다. 작괘천 포트홀의 형태와 특징을 요약한 결과는 다음과 같다. 총 61개 포트홀을 분석한 결과 타원형의 경사가 완만한 접시형태의 포트홀, 유수의 방향과 일치하는 방향성을 가진 포트홀이 우세하게 분포하고 있는 것으로 나타났다. 작괘천 포트홀은 규모와 형태가 매우 특징적이며 경관이 아름답고, 역사·인문학적 문화가 조화롭게 융합되어 있는 곳으로 지질유산으로 지정하기 양호한 곳으로 판단된다.

주제어 포트홀, 작괘천, 하천침식지형, 포트홀의 형태

투고일자 : 2013. 04. 01 | 심사일자 : 2013. 05. 07 | 게재확정일자 : 2013. 08. 05



## 서론

최근 국내외 학자와 일반 대중들 사이에서 지질유산(Geoheritage)의 보존과 활용에 대한 관심이 증가하고 있다. 유네스코에서는 자연사적 가치를 지니고 있는 지질, 지형, 생태 등과 관련한 자연현상 및 기록들을 자연유산(Nature heritage)으로 지정하여 보존 및 관리하고 있다. 이들 자연유산 중에서 발달규모, 특이성, 희귀성 등에서 보존가치가 있으며 과학적인 연구와 교육, 아름다움, 문화의 발전 등 인류에게 중요한 가치를 가지는 특이지질 기록을 총칭하여 '지질문화재' 또는 '유산'이라는 의미가 부여된 '지질유산(Geological heritage)'이라는 용어를 사용하였다(Dixon 1996). 또한 지질유산은 현재까지의 변화과정을 내포하고 있는 개개의 지질기록으로서 지구의 현생 환경을 이해하고, 미래의 환경 변화에 대한 과학적인 대비책을 마련하는 데 필요한 인류의 귀중한 자료이자 자산을 의미한다(백인성 외 2010).

다양한 지질유산 중 남아프리카공화국의 블라이드 리버 캐니언(Blyde River Canyon) 협곡, 스위스 루체른 빙하공원(Gletscher garten Lucerne), 일본 이와테현 이치노세키시(岩手県 一関市) 겐비케이(厳美溪) 계곡 등은 포트홀이 잘 발달한 지역이다. 이들 지역의 포트홀은 경관적 아름다움과 과학적 가치를 인정받아 국가적 차원에서 천연기념물, 명승지 또는 국립공원으로 지정하여 관리하고 있다. 하지만 우리나라는 총 77건(2011년 1월 1일 기준)의 지질유산이 천연기념물로 지정되어 보호되고 있지만 포트홀이 천연기념물로 지정된 곳은 없었다(임종덕 2013). 공달용·김태형(2011)이 강원도 지역의 지형 및 지질에 대한 기초 조사를 하여 알려진 '강원도 영월군 무릉리 요선암의 돌개구멍'은 과학적 가치를 인정받아 2013년 4월 1일에 천연기념물 제543호로 지정되었다.

이처럼 포트홀은 하천의 마식작용(磨蝕作用)과 하천의 윤회(輪廻) 등을 알아볼 수 있는 중요한 과학적 가치

를 내포하고 있는 지질유산 중의 하나로 지질유산의 다양성 측면에서 중요한 요소이다.

지질유산으로서의 과학적 가치를 알아보기 위해서는 무엇보다 우리나라에 분포하고 있는 포트홀을 찾아내어 각 지역마다 지형분석을 통해 포트홀이 형성된 원인을 밝혀내는 것이 선행되어야 할 것이다.

포트홀은 하천의 상류를 중심으로 흔히 관찰되는 지형으로 하천의 마식작용에 의해 하상의 기반암에 형성된 항아리 모양의 구멍으로 우리나라에서는 '돌개구멍'이라고도 불린다(한국지리정보연구회 1996).

포트홀에 대한 연구는 스웨덴의 Kalm(1742)에 의해 처음 발표되었으며, 이후 Alexander(1932)에 의해 포트홀 형성인자의 가설들이 논의되었다. 이후 포트홀의 형성기작에 관해서는 하상의 균열 또는 와지 내에서 유수의 회전류(渦流)에 의한 하상퇴적물이 회전하면서 기반암을 마식하게 되어 형성된다고 알려져 있다(Twidale 1982; 권혁재 2006).

최근 포트홀에 대한 지형 분석은 포트홀의 형태를 중심으로 이루어졌으며, 포트홀 형성에 영향을 주는 절리, 암맥, 엽리, 단층 등과 같은 구조선과 하상퇴적물은 포트홀의 크기에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(김종연 2011; 전홍근·박종관 2011; 이광률 외 2012).

이처럼 선행 연구에서는 포트홀의 형태를 바탕으로 포트홀의 발달유형, 형성기작과 원인 등을 밝히고자 하였으며, 연구지역마다 포트홀의 형성원인이 다르게 작용하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 지역마다 발달한 포트홀의 지형분석을 통해 포트홀의 형성원인을 밝힐 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 경상남도 울산시 언양군을 흐르고 있는 작괘천 하상에 형성되어 있는 포트홀을 대상으로 포트홀의 규모와 형태를 조사하고 형성에 영향을 미치는 원인 등을 분석하여 작괘천 포트홀이 형성된 원인을 알아보고자 하였다.



## 1. 연구지역의 개관

본 연구는 역사·문화적 가치를 내재하고 경관이 뛰어난 곳인 울산광역시 울주군 삼남면 교동리에 위치한 작괘천 하상 기반암에 발달한 포트홀을 대상으로 조사하였다. 연구지역은 좌표 N35°33′01.9″, E129°06′08.4″로 구획되는 지역으로, 해발고도 137m에 위치하며 작괘천의 발원지인 간월산으로부터 약 6km 떨어진 지점으로 하천 유로 방향은 북북서~남남동의 방향을 보이고 있다. 작괘천은 태백산맥 줄기의 마지막 부분과 접한 울산광역시 내륙지역에 위치해 있으며, 일반적으로 북동~남서로 뻗은 해발고도가 1,000m가 넘는 영축산(1,081m)-신불산(1,159m)-간월산(1,069m)으로 이어지는 산지지형에 발달한 하천이다.

조사지역 주변의 지질은 중생대의 경상누층군의 대구층과 이를 관입 또는 분출한 화성암류인 주산안산암질암과 이를 다시 관입한 화성암류인 불국사관입암류인 언양화강암이 주로 분포한다(그림 1).

조사대상인 포트홀이 발달해 있는 작괘천 하도 기반암은 불국사통의 화성암인 언양화강암으로 대구층과 주

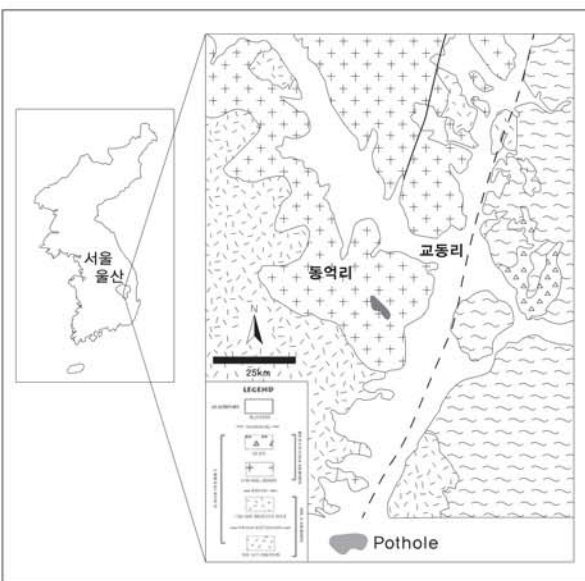
산안산암을 관입하고 있다. 언양화강암은 주로 담색이며, 유백색 내지 담홍색의 중립 내지 세립의 흑운모화강암으로 소규모 암주상의 석영반암 및 섬록암, 암맥대에 의해 관입되어 있다(여상철·이인기 1972). 언양화강암에는 대부분 백악기 말에 북북동 방향의 구조선들이 발달해 있으며, 조사지역 암반의 표면에는 대체적으로 모량단층과 언양단층의 영향을 받아 N20°E 방향의 구조선이 발달해 있는 것을 볼 수 있다.

## 2. 연구방법

본 연구는 울주군 작괘천 하도 중에서 경관적으로 아름다운 지점인 작천정 앞의 기반암 하상 약 100m 구간 내에 발달한 포트홀을 대상으로 조사하였다. 선정한 연구지역에 발달한 포트홀 중에서 형태가 식별 가능하고, 측정 및 조사가 용이한 61개의 포트홀을 무작위로 선택하여 지형분석을 통해 포트홀의 형성원인을 알아보았다.

포트홀이 발달한 기반암의 형태와 변화에 초점을 두고 연구지역의 포트홀과 관련된 문헌 조사와 선행연구 자료를 수집한 후 이를 야외조사에 이용하였다. 현장 조사는 포트홀의 형태와 특성에 초점을 두고 지형적 특성에 관한 결과를 도출하기 위해 진행하였다. 야외 조사는 2011년 11월부터 2012년 12월까지 총 3회 실시하였으며, 작천정 앞을 흐르는 작괘천 상의 기반암이 노출된 하상으로 하천 유로 방향으로 약 100m, 폭 약 30m의 지역에 한정하여 조사하였다.

포트홀의 형태 분류는 최근 인제군 내린천의 포트홀 지형 분석을 한 이광률 외(2012)의 분류 방법을 따라 평면형과 단면형으로 살펴보았다. 평면 형태를 다시 원형, 타원, 도랑형(피로우), 다각, 유선으로 구분하였고, 단면 형태를 공기형과 접시형으로 분류하였다. 또한 포트홀의 규모는 줄자를 이용하여 cm 단위로 측정하여 장경과 단경, 깊이를 측정하였으며 포트홀의 형태에 따른 유형



【 그림 1 】 연구지역 지질도 (출처 : 여상철·이인기 1972)



을 분석을 하였다. 또한 포트홀의 형성에 영향을 주었을 것으로 판단되는 하천방향과 구조선(절리, 단층)의 방향, 하상퇴적물의 종류와 크기 등을 조사하여 포트홀의 유형과의 상관성을 검토하여 작괘천에 발달한 포트홀의 형성 원인을 밝혀보고자 하였다.

의 방향과 포트홀의 장반경 방향과의 관계, 구조선(절리, 단층선)의 방향 등을 조사하였다(표 1).

## 연구결과

### 1. 포트홀 지형 분석

작괘천에 발달한 포트홀의 조사는 포트홀의 크기와 형태, 하상퇴적물(자갈, 모래)의 종류 및 크기, 하천 우수

#### 1) 규모와 형태

조사대상인 포트홀은 장경 68cm에서 319cm까지 다양한 크기를 보였으며, 깊이는 3cm에서 98cm 전후로 비교적 낮은 깊이로 나타났다. 포트홀의 평균값은 장경이 177cm, 단경이 120cm, 깊이 30cm 정도이며, 장단경의 평균비는 0.68로 타원의 형태가 우세한 것으로 나타났다.

포트홀의 평면 형태에 대한 조사결과 타원형 포트홀이 33개(54.1%)로 가장 많이 나타났고, 도랑형(피로우형) 포트홀이 4개(6.5%)로 가장 적게 나타났다. 또한 단면 형

【 표 1 】 작괘천 포트홀의 지형 특성

번호	포트홀의 규모(cm)			포트홀의 형태		포트홀 내 충전된 하상퇴적물			포트홀의 장반경과 우수의 방향성 (positive(+): 일치 negative(-): 불일치)	절리방향으로 발달한 포트홀의 방향성 (positive(+): 일치 negative(-): 불일치)
	장경	단경	깊이	단면형	평면형	모래	자갈	모래+자갈		
1	220	205	33	공기	원형	×	×	×	-	-
2	258	117	6	접시	도랑(피로우)	×	○	×	+	-
3	170	84	17	접시	도랑(피로우)	×	○	×	+	-
4	176	144	32	접시	타원	×	○	×	-	-
5	116	99	8	접시	타원	×	×	×	+	-
6	130	100	16	접시	유선	×	×	×	-	-
7	200	113	9	접시	타원	×	×	×	-	-
8	170	140	18	접시	타원	×	×	×	+	-
9	165	130	39	공기	타원	×	×	×	-	-
10	120	54	15	접시	타원	×	×	×	+	-
11	146	121	25	접시	타원	○	×	×	-	-
12	85	74	8	접시	원형	×	×	×	+	-
13	121	104	5	접시	타원	×	×	×	-	-
14	94	80	2	접시	타원	×	×	×	-	-
15	104	90	25	접시	타원	×	×	×	-	-
16	154	105	6	접시	타원	×	×	×	+	-
17	137	94	28	접시	유선	×	×	×	-	-
18	120	84	9	접시	타원	×	×	×	-	+
19	235	79	25	접시	타원	×	×	○	-	+
20	278	204	7	공기	타원	○	×	×	-	+

21	280	253	48	접시	원형	×	×	○	-	-
22	172	113	19	접시	타원	×	×	×	+	-
23	133	103	15	접시	타원	×	×	×	+	-
24	180	109	27	접시	도랑(퍼로우)	×	×	×	+	-
25	114	67	1	접시	타원	×	×	×	+	-
26	174	157	25	접시	원형	×	×	×	+	-
27	141	85	27	공기	타원	×	×	×	-	-
28	207	103	18	접시	다각	×	×	×	+	-
29	206	146	33	접시	다각	×	×	×	+	-
30	205	135	37	공기	타원	×	×	×	+	-
31	106	68	9	접시	타원	×	×	×	+	-
32	102	48	18	접시	타원	×	×	×	+	+
33	216	133	44	접시	다각	×	○	×	+	-
34	142	97	28	접시	타원	×	×	×	+	-
35	319	160	93	공기	다각	×	×	○	+	+
36	254	137	38	공기	타원	×	×	×	+	-
37	217	149	40	공기	타원	×	×	○	-	-
38	200	167	27	공기	타원	×	×	×	-	-
39	178	132	19	접시	타원	×	×	×	-	-
40	167	130	18	접시	타원	×	×	○	+	-
41	256	172	41	접시	타원	×	×	○	-	-
42	266	154	50	접시	타원	×	×	○	+	-
43	266	237	40	접시	원형	×	×	○	-	-
44	115	100	17	접시	원형	×	○	×	+	-
45	152	150	37	공기	원형	×	×	×	+	+
46	100	85	21	접시	원형	×	×	×	+	-
47	68	48	24	공기	원형	×	×	○	-	+
48	172	87	40	접시	유선	×	×	×	+	-
49	112	69	12	접시	타원	×	×	×	+	-
50	238	225	57	공기	유선	×	×	×	+	-
51	118	88	19	접시	타원	×	×	×	+	-
52	100	75	21	접시	유선	×	×	×	+	-
53	140	120	32	공기	타원	×	×	×	+	-
54	178	130	38	공기	유선	×	×	×	+	-
55	260	124	47	접시	도랑(퍼로우)	×	×	×	+	-
56	350	230	73	공기	다각	×	×	×	+	-
57	240	140	69	공기	다각	×	×	×	+	-
58	223	96	34	공기	유선	×	×	×	+	-
59	186	116	43	공기	유선	×	×	×	+	-
60	180	90	55	공기	유선	×	×	×	+	-
61	150	82	27	접시	타원	×	×	×	+	-





【 표 2 】 포트홀의 형태상 분류

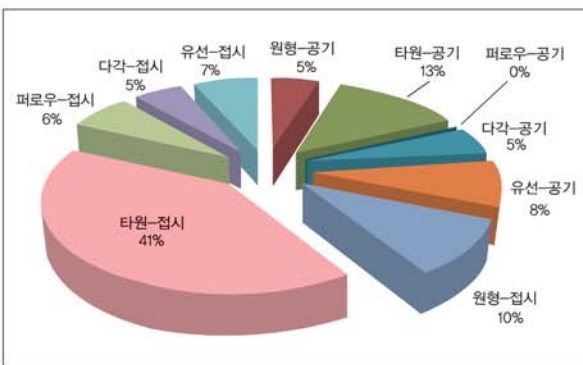
포트홀의 형태	세부 형태	분포수(%)
평면형	원형	9(14.8)
	타원형	33(54.1)
	도랑형(피로우형)	4(6.5)
	다각형	6(9.8)
	유선형	9(14.8)
단면형	공기형	19(31.1)
	접시형	42(68.9)

태는 접시형이 42개(68.9%)로 우세하게 나타났다(표 2).

중앙 하도의 하상암반에서는 긴 도랑 형태의 도랑형(피로우형) 포트홀이 특징적으로 발달해 있었고, 측방 하도로 갈수록 타원이나 원형 형태의 포트홀이 나타났다.

이를 바탕으로 포트홀의 평-단면을 함께 고려하여 포트홀의 형태를 분류한 결과는 타원-접시형 포트홀(41%)이 가장 많이 나타났으며, 타원-공기형 포트홀(13%), 원형-접시형 포트홀(10%)의 순으로 나타났다. 반면에 도랑(피로우)-공기형 포트홀(0%)은 나타나지 않았다(그림 2).

조사결과 작래천의 포트홀은 대체적으로 평면적인 규모에 비해 깊이가 그리 깊지 않은 접시 형태의 단면을 가지는 타원의 포트홀이 우세하게 발달해 있는 것을 볼 수 있었다. 이처럼 상대적으로 완만한 포트홀이 형성되는 이유는 암반이 괴상이거나 측방 하도에서는 암반의 표면이 홍수 시에만 마식작용이 일어나기 때문인 것으로 보인다.



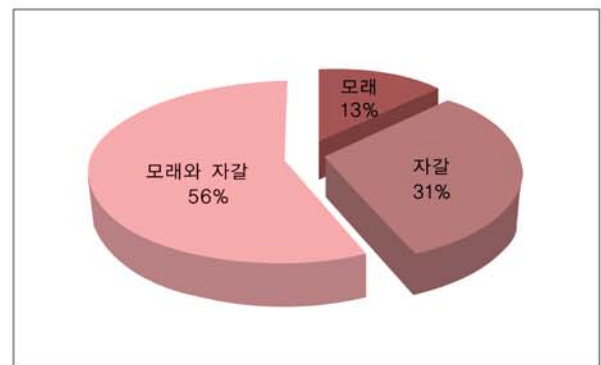
【 그림 2 】 포트홀의 형태

2) 포트홀 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물의 분포와 유형

일반적으로 포트홀 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물(자갈, 모래)은 포트홀의 형성과정에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 조사된 포트홀의 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물의 분포와 유형을 살펴보았다. 하상퇴적물이 있는 포트홀 16개(26%)와 하상퇴적물이 없는 포트홀은 45개(74%)로 조사되었다.

포트홀 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물의 유형은 모래와 자갈이 함께 나타나는 경우가 9개(56%), 자갈만 나타나는 경우가 5개(31%), 모래만 나타나는 경우가 2개(13%)로 나타났다(그림 3).

대부분의 선행 연구(김종연 2004)에서 포트홀 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물이 포트홀 성장에 영향을 미친다는 연구 결과가 나왔음에도 불구하고 본 연구지역에서는 포트홀 내를 충전하고 있는 하상퇴적물이 적게 관찰되었으며, 특히 원마도가 매우 불량한 직경 3~5cm 정도의 각력들이 나타났다. 이와 같이 포트홀 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물로 대부분 각력들이 관찰된 것으로 보아 이 각력들은 포트홀 형성에 직접적인 영향을 끼치지 못한 채 단순히 퇴적되어 있는 것으로 해석된다. 이는 홍수에 의해 작래천의 유속이 커져 포트홀 형성에 영향을 미쳤던 기존의 충전물들은 다른 곳으로 이동되



【 그림 3 】 포트홀 내부를 충전하고 있는 하상퇴적물의 유형

었고 상부에서 운반되어 온 새로운 충전물질이 퇴적된 결과로 보인다.

### 3) 우수 방향과 포트홀의 장반경과의 관계

우수가 포트홀 성장에 영향을 미치는지 알아보기 위하여, 하도의 방향과 포트홀의 장경과의 상관관계를 검토해 보았다.

작괘천의 우수의 방향은 N34°W으로 나타났으며, 하도의 방향과 포트홀 장경의 방향이 일치하는 positive(+) 값을 갖는 포트홀은 40개(66%), 하도의 방향과 포트홀 장경의 방향이 일치하지 않는 negative(-) 값을 갖는 포트홀은 21개(34%)로 나타났다. 조사된 대부분의 포트홀의 장경이 하도의 방향과 일치하는 positive(+) 값으로 보이고 있다.

포트홀의 형태와 우수의 방향성을 알아보기 위해 우수의 방향과 일치하는 positive(+) 값을 갖는 40개의 포트홀을 형태별로 분석하였다. 타원-접시형 포트홀이 16개(40%)로 가장 많이 관찰되었고, 유선-공기형 포트홀이 5개(12.5%)로 나타났다(그림 4).

이와 같이 작괘천의 우수와 포트홀 장경의 방향성 결과에서 볼 수 있듯이 우수의 방향은 포트홀 성장과 형태

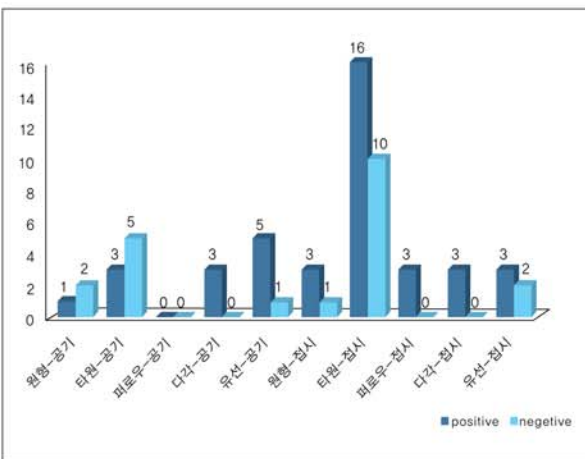
에 영향을 미치는 것으로 보인다.

### 4) 절리의 방향성과 포트홀의 장반경과의 관계

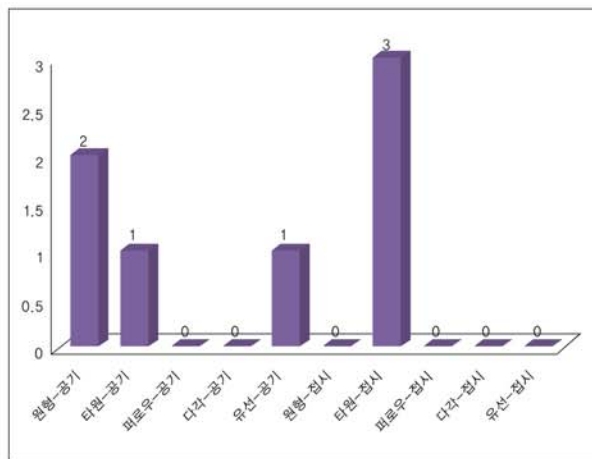
연구지역 주변에 발달하고 있는 구조선은 크게 모랑 단층과 언양단층의 영향을 받아 N2°E~N54°E의 방향으로 절리가 발달해 있으며, N20°E의 방향이 우세하게 나타난다. 절리의 방향으로 포트홀이 성장한 포트홀은 7개(11%), 절리의 방향과 다른 방향으로 성장한 포트홀은 54개(89%)로 조사되었다.

절리의 방향으로 성장한 포트홀의 형태는 타원-접시형 포트홀이 3개(43%)로 가장 많이 나타났고, 원형-공기형 포트홀이 2개(29%), 타원-공기과 유선-공기형 포트홀에서 각각 1개(14%)씩 나타났다(그림 5).

절리의 방향을 따라 성장한 포트홀은 하도 측방에서 관찰되었으며, 이는 우수에 의한 영향보다는 상대적으로 침식이 쉬운 절리의 방향을 따라 포트홀이 성장된 것으로 판단된다.



【 그림 4 】 우수의 방향과 포트홀의 방향과의 관계



【 그림 5 】 절리의 방향과 포트홀으로 성장한 포트홀



## 결론

본 연구에서는 울산시 작괘천 앞 하상에 발달한 포트홀의 지형분석을 통해 생성 원인을 알아보았다.

조사 결과 경상남도 울산시 작괘천 일대에 발달한 포트홀은 평균 장경 177cm, 단경 120cm, 깊이 30cm인 타원형이면서 포트홀의 평면 규모에 비해 깊이가 그리 깊지 않은 경사가 완만한 접시형의 포트홀이 우세하게 발달해 있는 것으로 나타났다.

작괘천의 하도 중심에는 도랑(피로우) 형태의 포트홀이 잘 발달해 있으며, 측방하도로 갈수록 경사가 완만한 접시형의 타원이나 원형의 포트홀들이 발달해 있는 것으로 파악되었다. 또한 절리의 영향보다는 유수의 방향으로 포트홀이 성장해 있는 것을 알 수 있다.

이상과 같이 작괘천에 발달한 포트홀은 절리의 방향성을 따라 형성되었다기보다 유수에 의해 대부분 형성된 지역으로 판단된다. 작괘천 하도 중심에서는 유수의 영향을 많이 받아 도랑(피로우) 형의 포트홀이 형성되었고, 측방 하도에서는 원형이나 타원형의 포트홀이 홍수 시에만 간헐적으로 발생하는 마식작용에 의해 형성되었다. 또한 포트홀 내 충전된 하상퇴적물로 소량의 각력들이 관찰되는 것으로 보아 이 각력들은 포트홀 형성에 직접적인 영향을 끼치지 못한 채 단순히 퇴적되어 있는 것으로 해석되었다. 따라서 작괘천의 포트홀은 대부분 유수에 의한 마식작용에 의해 성장되었음을 알 수 있다.

## 제언

포트홀은 국내외로 천연기념물이나 명승지를 지정할 때 중요한 요소로 작용하였으며, 자연과 문화가 공존하고 있는 융합적 성격을 띠는 지질유산들 중의 하나이다. 작괘천 암석하상에 발달한 포트홀은 다양한 형태로 잘

발달되어 있으며, 유수에 의한 하식작용을 이해할 수 있는 곳으로 과학적 가치가 큰 곳이다.

포트홀을 중심으로 주변 경관들과 조화롭게 어울려 아름다운 하천 지형 경관을 이루고 있는 곳으로 고려 말기 유배 온 포은(圃隱) 정몽주(鄭夢周 1337~1392)가 글을 읽던 곳으로 전해지고 있다. 또한 작괘천 주변에는 작괘정(酌川亭), 문인석, 삼일운동기념비 등의 역사-인문학적 요소들이 조화롭게 잘 융합되어 있는 장소로 지질유산으로서의 가치가 있다.

앞으로 포트홀에 대해 지형분석을 통해 우리나라에 분포하는 포트홀의 과학적 가치를 밝혀낼 다양한 연구가 이루어져야 하며, 다양한 역사-인문학적 요소들이 포트홀을 중심으로 잘 융합되어 있다면 더욱 효과적인 지질유산으로서의 가치를 가질 것으로 기대된다.

## 사사

세심한 검토와 유익한 조언을 해주신 익명의 심사위원들께 감사드립니다. 이 연구는 2013년도 국립문화재연구소 자연문화재연구실 한국의 지질다양성 연구사업(NRICH-1305-A21F)에 의해 수행되었다. 그리고 원활한 연구를 할 수 있도록 지원해주신 조운연, 연웅 실장님과 송대성 사무관님, 김성철, 김지현 선생님, 조언을 해주신 최돈원 박사님께 감사의 뜻을 전합니다.



## 참고 문헌

- 공달용 · 김태형, 2011, 『한국의 지질다양성-강원도 편』, 국립문화재연구소
- 권혁재, 2006, 『지형학』, 법문사
- 김종연, 2004, 「기반암 하상 하천에서의 퇴적물 특성 변화에 대한 연구: 스코틀랜드의 River Etive를 사례로」 『한국지형학회지』 제11권 제3호
- 김종연, 2011, 「한국의 기반암 하상 침식 지형 연구」 『한국지형학회지』 제43권 제4호
- 백인성 · 김숙주 · 허민 · 이수재 · 김현주 · 임종덕, 2010, 「지질유산의 관광자원으로서의 특성과 활용-국내 백악기 공룡화석산지를 중심으로」 『문화재』 제43권 제1호
- 여상철 · 이인기, 1972, 『한국지질도 언양도폭 1:50,000』, 국립지질조사소
- 이광률 · 김대식 · 김창환, 2012, 「인제군 내린천의 포트홀 지형 분석」 『한국지형학회지』 제19권 제2호
- 임종덕, 2013, 「우리나라 지질유산의 보존과 가치 증진을 위한 사례 연구」 『문화재지』 제46권 제2호
- 전홍근 · 박종관, 2011, 「가평천 포트홀의 형태 및 분포에 관한 정량 연구」 『한국지형학회지』 제18권 제4호
- 한국지리정보연구회, 1996, 『자연지리학사전』, 한울아카데미
- Alexander, H.S., 1932, 'Pothole erosion', *J. of Geology*, Vol.40
- Dixon, G., 1996, 'Geoconservation: an international review and strategy for Tasmania', *Miscellaneous Report*, Parks & Wildlife Service, Tasmanian
- Kale, V.S. · Joshi, V.U., 2004, 'Evidence of formation of pothole in bedrock on juman tomescale: Indrayani river, Pune District, Maharashtra', *Current Science*, Vol.86, No.5
- Twidale, C.R., 1982, *Granite Landforms*, Elsevier Scientific



## Topographical Analysis of the Potholes in Jakgwaecheon Stream in Ulsan

Kim Tae-hyeong<sup>a</sup> · Kong Dal-yong<sup>a</sup> · Lim Jong-deock<sup>a</sup> · Jung Seung-ho<sup>a</sup> · Yu Yeong-wan

<sup>a</sup>Cultural Heritage Administration of Korea, National Research Institute of Cultural Heritage

### Abstract

This report is based on the investigation of potholes which are formed by fluvial erosion. A pothole is called so because it is a hole that looks like a coffeepot. The results of previous studies are applied to the 'Jakgwaecheon Pothole' of this study. The study is focused on the dimension and morphology of the Pothole and investigates the effects of stream sediments, river flow, geological structural lines, etc. on the formation of potholes. As a result of measuring 61 potholes in this area, we recognized that the elliptical dish-shaped cross sections are dominant and inferred that their longitudinal direction on the plain is affected by the direction of the stream flow. Also, 'Jakgwaecheon Pothole' is very characterized in terms of scale and morphology. Furthermore, it is harmonious with the beautiful landscape, humanity, and historical values and it can be suggested that it is qualified to be registered as a geoheritage structure.

**Key Words** Pothole, Jakgwaecheon, Erosional Form, Forms of Potholes, Geoheritage