

우리나라의 와지지형에 관한 성인론적 연구

- 현지조사에서 나타난 사례를 중심으로 -

A Study of hollow Landforms of Korea from the point of forming

Abstract : The present writer have been engaged in research the Karst topography of Korea from the 1950's. Especially, I have studied the hollows indicated on topographical maps(1:5,000, 1:50,000) in library side by side with field survey.

As the result, I came to a conclusion that all the hollows in limestone area are not always dolines. Based on case study, I classified the hollow landforms into 10 groups as follow.

- 1) Solution hollow
- 2) Volcanic hollow
- 3) Desertic hollow
- 4) Structural hollow
- 5) Meteoric hollow
- 6) Limnoic hollow
- 7) Minal hollow
- 8) Artificial hollow
- 9) Bursted hollow
- 10) Compound hollow

I am asking advices of you all.

I. 서론

필자는 20대의 대학생 시절부터 지형학 특히 Karst지형 연구에 흥미를 가지고 오늘에 이르렀다.

어려운 시대였던 60년대, 70년대의 삼척군 신기면 일대의 오지 답사는 철도편을 이용하고 철로를 따라 걸었고, 철교를 건너거나 터널을 통과할 때는 철길 선로에 귀를 붙이고 열차의 바퀴 구르는 소리를 확인한 다음 배낭을 짊어진 채 뛰다시피 건너거나 통과하는 우스꽝스러운 모습을 지금도 가끔 회상하며 흐트러진 마음을 바로 세우기도 한다.¹⁾

80년대에 들어오면서 국민경제가 향상 발전하였고 고속도로를 비롯한 사회 간접자본의 확충으로 자가용 시대를 맞이하였다.

영농의 현대화, 과학화로 경운기의 보급과 활용의 다변화는 경지가 있는 곳엔 경운기가 다닐 수 있는 농로가 개설되었으니 어려웠던 시대에 비교하면 오늘날의 야외조사야말로 호화판이다.²⁾

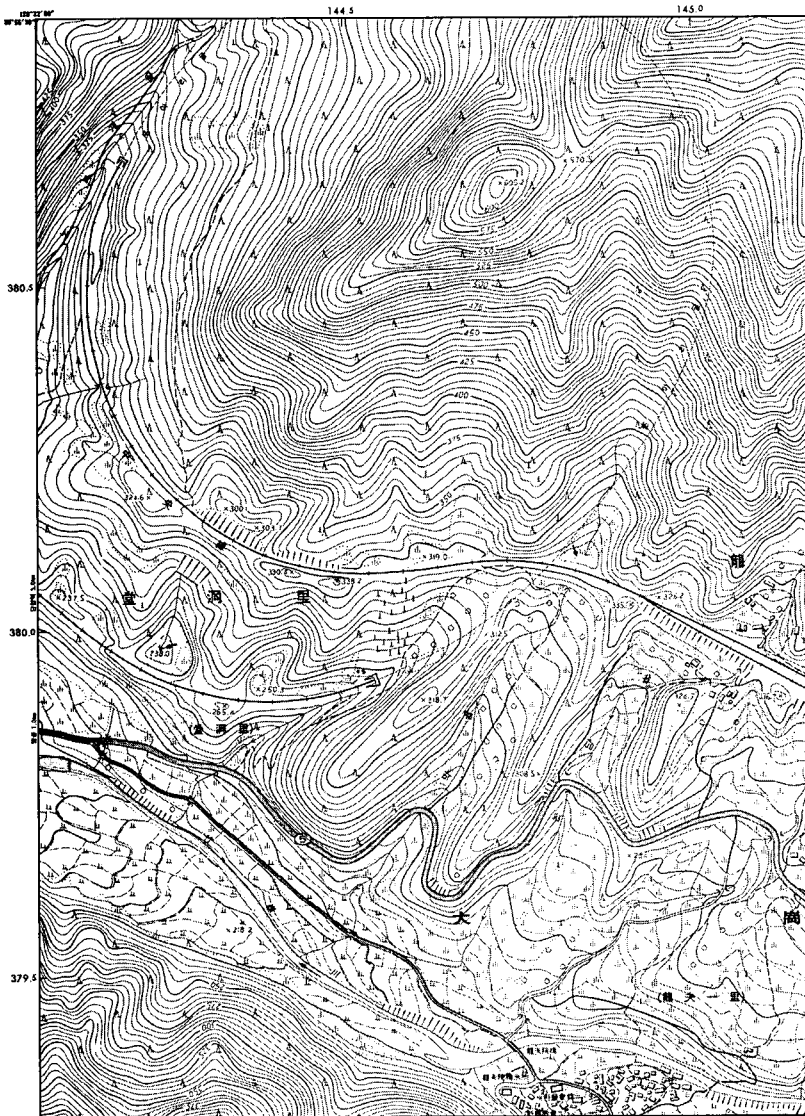
필자는 1991년 중국의 타클라마칸 사막과 텐산산맥(天山山脈)의 빙하지형을 살피기위해 오랜 기차여행 끝에 우루무치(烏魯木齊)에 도착하였고, 다음날 장거리 버스를 타고 텐산남로(天山南路)로 카스시(喀什市)까지 3박4일간 같은 승객과 같은 버스 및 운전수와 가족처럼 여행한 일이 있었는데, 그때 옆자리에 앉았던 승객이 나를 보고 행운아라고 추켜세우던 기억이 난다.³⁾

너무도 어안이 병병하여 쳐다보았더니 당신은 운수가 좋아 호화 버스를 탔다는 것이었는데

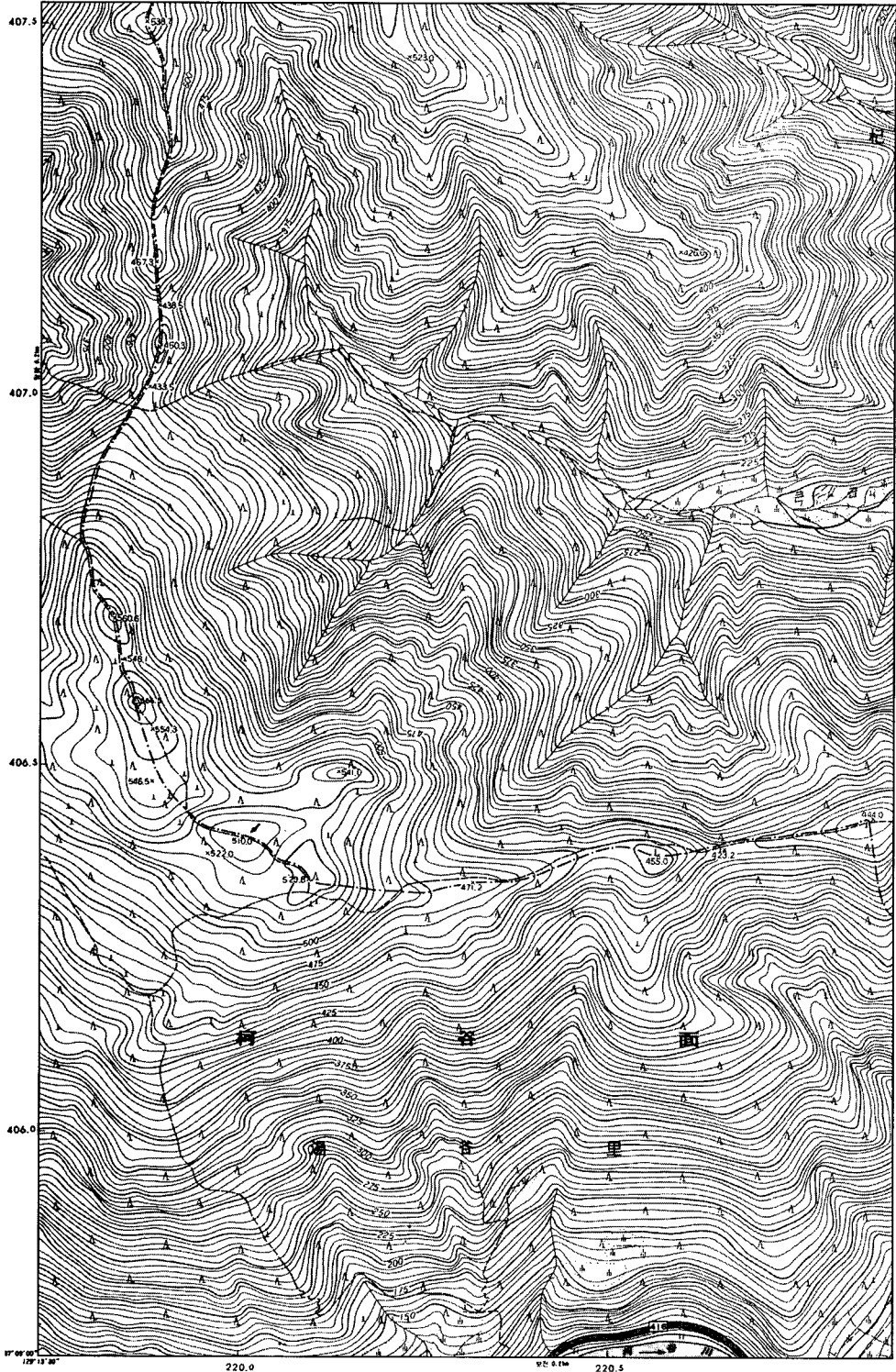
그 호화의 기준이 나라마다 다르다는 것을 처음 경험하는 순간이었다. 이 호화 버스는 차장이 덜컥거리고 먼지가 들어와 텐산산맥을 횡단할 때 먼지를 흘랑 뒤집어 쓴 옆 사람을 쳐다보니 사람인지 도깨비인지 분간하기가 어려웠으니 내 자신의 몰골이야 보나마나 …….)⁴⁾

지난 겨울 영월읍 거운리 접산(接山 823) 답

사를 계획하여 2박 3일간의 숙영 준비와 곡괭이·삽·모래주머니를 차에 싣고 갈 수 있는 곳까지 올라갔는데, 한두 차례 밀고 당기며 어느덧 접산 Doline경지 여름 농막까지 약 90분만에 도착하였으니 10년을 두고 별려온 접산 답사는 당일 치기로 싱겁게 끝났으니 이것이 바로 호화판 답사였다.⁵⁾



지도 1.



內線座標 37° 09' 13" ~ 37° 09' 39" N, 129° 13' 30" ~ 129° 14' 18" 지도 2.

II. 본론

1. 1: 5000 지형도 상에 표기된 와지지형과 제기된 문제점

1 : 5000 지형도 단양 036 도폭을 살펴보면 루프식 터널 남서부인 36° 55' 01" N와 128° 22' 37" E 교선상에 동서 80m 남북 70m의 거의 원형 와지가 발달하였는데, 이들 와지가 발달한 곳의 지표지질은 Ordovician System인 조선계 대석회암통에 속하는 두무동 석회암층이다. 그러나 이 와지는 Karst지형을 상징하는 Doline가 아니며 철도 건설로 생긴 성토성 와지(盛土性窪地)이다. 다시 말하여 지형도상에 표기된 와지(○)표기는 와지를 나타내는 기호일 뿐 지리학도들이 생각하기 쉬운 Doline표시가 아니라는 점을 강조하고자 한다(지도1 참고).

또 다른 한가지 예인데, 장성 040 도폭의 37° 09' 23" N와 129° 13' 41" E 교선상에는 동서 180m 남북 120m의 큰 와지가 능선상에 발달하였는데, 1960년대 이전의 지형도에는 애매모호하게 와지를 표기하고 있는데 반해 현행 국립지리원 발행의 1:5000, 1:25,000, 1:50,000지형도와 1:50,000지질도 상에는 와지의 표기가 누락되어 있다(지도2 참고).

탕곡 와지의 지표지질을 살펴보면 중생대 말인 Cretaceous System으로 믿어지는 경상계 신라층에 속하는 흥전층(興田層)으로, 주된 구성암은 응회암(tuff), 응회암질 각력암(tuff breccia), 유문암(Rhyolite)으로 구성되어 있는데, 와지 중심부에는 tuff breccia가 나타나고 와지 입구의 안부 일대에는 Precambrian group에 해당하는 울리통(栗里統)의 흑운모 편암(mica schist)과 흑운모 석영편암(Biotite quartz schist)이 있고, 와지 북동부에는 운모질규암(micaceous quartzite)과 흑운모 편마암(Biotite gneiss) 및 석영장석 편마

암(Quartz feldspar gneiss) 등이 분포하는 매우 복잡한 화성기원의 변성암가 화산암질 변성암 등으로 구성되어 있어, 와지의 성인은 지질경계 지역의 차별침식, 부분적 함몰현상 또는 단층작용 및 운석 가격(隕石加擊) 등 몇 가지 측면에서 생각하여 보았으나 현존 지형을 복원하여 보면 운석 가격론을 펴게 되는데 운석의 파편과 같은 물증을 얻지 못하였으므로 차후의 연구 과제로 남겨두지 않을 수 없다.

이처럼 와지지역이 용해성 암석이 아닌 비석회암 지대라면 위카르스트(Pseudo Karst)의 범주 내에서 처리될 수 있으나 석회암 지대에 나타난 Pseudo Karst라면 오류의 함정에 빠져들기 쉽다.67)

따라서 필자는 지도상의 와지 표기만 보면 Doline를 생각하거나 심지어는 Doline로 단정하는 그릇된 인식을 바로잡기 위해 다음과 같은 와지지형을 성인별로 분류하여 도상 연구의 오류를 미연에 방지하고자 한다.

이와 같은 와지지형의 분류는 Karst지형 분야에서 현재까지도 분류를 시도한 선례가 없으므로 많은 토론과 검증이 거쳐야 할 과제들이 남아있다. 이 분야에서는 관심 있는 분들의 많은 비판과 조언을 기대한다.

2. 용식성 와지(Solution hollow)

용해성 암석에는 석회암(Limestone), 백운암(Dolomite), 백악(Chalk), 석고(Gypsum), 암염(Rock salt) 등 여러 가지 암석이 있으나 가장 보편적인 것은 석회암가 백운암으로서 어디서나 쉽게 접할 수 있다.

우리나라는 전 국토면적의 15%가 석회암으로 덮여있어 세계의 평균치와 비슷하다.

유고슬라비아와 같은 나라에 있어서는 석회암이 국토면적의 80%에 이른다. 한편, 용해성

외지인 Doline는 Karst지형의 상징으로 그 생성 원리를 살펴지 않을 수 없다.

즉, $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 란 화학식이 성립되는데,⁸⁾ 여기서 CaCO_3 는 탄산칼슘을 주성분으로 하는 석회암이며 H_2O 는 순수한 물로서 대기중에서 응결되어 물방울이 되며 이때에 대기중에 유리되어 있는 CO_2 , 즉 탄산가스를 용존하여 약한 산성을 띤 빗물로 된다.

이 빗물이 석회암 표면에 화학적으로 반응하여 석회암을 용해한 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 란 이온상태의 중탄산 칼슘용액을 만드는데, 이와 같은 과정을 되풀이하여 막대한 물질이 용탈되고 장소를 옮겨 재침적하는 과정을 설명한 것이다.

지표지형으로서는 절리면의 교차점에서 시작한 Doline가 점차적으로 확대되어 Uvale, 나아가서는 Polije로 확대되며 용탈된 막대한 물질이 Sink를 통하여 지하로 옮겨지며 석회암 동굴 내에는 엄청난 2차 생성물(Speleothem)⁹⁾이 형성되며 점차로 동굴공간을 축소하여 나간다.

이상과 같은 과정을 거친 Doline 확대에 기초를 둔 외지를 용해서 외지라고 하며, 우리나라의 여삼 Polije, 발구덕 Polije, 고마루 Polije 등이 대표적 Karst지역을 이룬다.

3. 화산성 외지(Volcanic hollow)

우리나라의 화산성 외지는 제주도가 독무대라고 하여도 과언이 아니겠다.

제주도는 한라산을 주화산으로 그 주변에 동서와 남북으로 몇 가닥의 구조선을 갖고 있으며, 이 구조선을 따라 360여개의 기생화산체가 발달하는데 일본인 하라구찌¹⁰⁾와 우리나라 원종관¹¹⁾의 구조선도가 있다. 이들 구조선상에 있는 기생화산체에는 분화구로 알려진 대소의 화산성 외지들이 있는데, 그 중에서도 한라산의 백록담을 비롯하여 물장울·산굼부리·상산 일

출봉은 널리 알려진 바 있고, 평지에 발달한 외지로서는 한림읍의 과오름·개구리오름, 성산포의 손자산·느터리오름·아브오름, 표선읍의 본지오름·장자오름, 자주시의 민오름·피꼬리오름 등이 유명하다. 한편, 1:50,000지형도 상에 나타난 평탄면상의 외지 발달 상황을 살펴보면 성산포 지역이 100개소 이상으로 그 밀도가 가장 높고 대정 지역이 40여기, 표선 지역이 30여기의 순으로 집중되어 있다.

4. 사구성 외지(Desertic hollow)

세계에는 중위도 고기압대 사막, 풍하측 사막, 한류성 사막 등 전 육지 표면적의 30%에 가까운 사막과 반 사막이 존재한다. 이들 사막의 주된 영력은 바람이며 Erg, Reg, Hamada 등 여러 가지 형태의 사막 지형이 발달하는데, 여기서는 모래 사막의 사구성 외지만을 취급한다.

가장 규모가 큰 사구성 외지로서는 몽골(蒙古)의 Pan Kiang, Deflation hollow, Playa 등은 Desert basin의 범주에 속하고 Blowout, Bolson Star dune oghurd 등은 Desert hollow의 범주 안에서 취급된다.

우리나라의 사구성 외지로서는 해안 사구와 강안 사구 및 내륙 사구의 3가지 유형이 있는데 사막외지의 직경은 보통 300m 내외의 규모가 많다. 예로서는 함경북도 경흥 Meander spur 의 명사평(明沙坪)과 이현옥(二軒屋) 일대에는 10 km 이상의 강안 사막이 두만강 연안에 발달하는데 중국 추사평(九沙坪) 일대의 강안 사막과 동일 사막으로 간주된다.

이곳의 사구성 외지는 해마다 그 위치와 형태를 바꾸며 30기 이상을 헤아릴 수 있다.¹²⁾

해안 사구성 외지로서는 함경북도 경성군 용성면 연분과 농포동 일대에는 직경 50~100m의 사구성 외지가 60여기 발달하여 우리나라 해안

의 사구성 와지로서는 최대 규모가 된다. 기타로는 장연군 해안면 일대의 몽금포 해수욕장 부근과 충남 가로림면 서부의 소달면 두은리 부근에도 해안 사구성 와지가 잘 발달되어 있다.

끝으로 내륙 사구의 전형은 무산군 삼장면과 해산군 보천면계인 백두산록 삼지연 부근으로 백두산 화산폭발과 관련된 화산재 사막이 넓게 발달하는데 이곳에 대규모적 사구성 와지가 발달하였다.¹³⁾

5. 구조성 와지(Structural hollow)

지반의 보정적 승강운동(補整的乘降運動)에 의한 Graben, Horst, Down Warping 등 대규모의 구조운동 및 부분적 단층작용으로 생긴 와지로서 석회암 지대의 것은 Polije¹⁴⁾라는 이름을 붙일 수 있으나 비석회암 지대에 생성된 구조성 와지는 위카르스트(Pseudo Karst)¹⁵⁾의 범위 내에서 취급할 수 있다.

전자에 해당하는 대표적 사례는 삼척 도폭 046의 여삼 Polije와 후자에는 태백도폭 020의 태백시 북방 10km에 있는 된각 와지를 들 수 있다.

여삼 Polije는 입시터·봉촌·큰마을·박시터·호르메기 등 5개 지구로 나눌 수 있는데, 이 중 ‘박시터들’이 구조성 와지의 핵심이 된다. 그 이유는 여삼~금계 단층선 사이의 지괴가 융기된 Horst라고 보기 때문이다.

6. 운석성 와지(Meteoric hollow)

삼척군 원덕읍 탕곡리와 기곡리 경계의 가곡천변에 모전이란 자그마한 자연부락이 있는데 1:5000지형도 장성 040에 해당한다.¹⁶⁾

모전 마을에서 북쪽으로 350m의 높이를 오르면 약 2시간 후 탕곡 와지에 이르게 된다.

등정 도중 300등고선 부근에서 지질도상에 기재되어 있지 않는 거대한 양질 석회암의 노두

에 접하게 되는데, 탕곡 와지로 진입하는 안부에서 미약한 굴뚝현상을 확인할 수 있었다.

이는 Cretaceous system의 홍전층과 Pre-Cambrian group인 울리통의 지질경계 부근에 시대 미상의 석회암과 이 석회암의 용식 작용으로 생긴 공동이 발달하고 있음을 시사하는 중요한 단서가 된다. 따라서 이 와지의 성인 규명은 운석 가격론과 부분적 함몰성을 고려하지 않을 수 없다.

7. 호분성 와지(Limnonic hollow)

호분의 생성 원인에는 용식작용 외에도 빙식·하식·풍식작용 및 화산활동 지반운동 등 내외인적(內外因的) 여러 가지 유형이 있다. 그러나 태백산 지역의 호분성 와지는 곡강현상(Down Warping) 또는 부분적 단층적용, 지반의 함몰역전 등을 전제로 살펴보려고 한다.

예로서는 삼척 도폭 091의 점리 늪통 와지(37° 15' 42" N, 129° 00' 35" E교선)와 삼척 093의 놀구리 와지(37° 15' 30" N, 129° 03' 06" E교선) 및 태백시 적각동의 된각 와지(37° 13' 22" N, 128° 59' 49" E교선)등은 비석회암 지대에 발달한 호분성 와지로서 앞으로의 연구가 필요하다.

8. 광산성 와지(Minal hollow)

자원의 과도한 채굴에 의한 지반의 함몰로 생긴 것과 노천굴 광산 및 갱도에서 나온 버력의 퇴적 등으로 생긴 와지인데, 그 실례로서는 문경군 가은 탄전의 함몰 소동과 95년 태백시에서의 함몰 소동을 들 수 있다.

예미 도폭 035인 함태 광업소 사무실 북쪽과 장성 도폭067의 외삼방 와지와 울산의 달천광산, 황해도 은율, 철산 등은 훌륭한 광산성 와지의 좋은 예들이다.

9. 성토성 와지(Artificial hollow)

석회암 지대의 철도 건설로 생긴 와지로서 단양 036도폭17)의 죽령 Loop식 터널 남쪽에 2기의 원형 와지가 있는데, 이것은 용식작용으로 만들어진 Doline가 아니며 선로 부설을 위한 성토(盛土)의 결과로 만들어진 와지이다.

기타로는 단양 036도폭의 단양군 대강면 장림리와 당동리 일대의 철도변에도 같은 성인의 와지가 있고, 장성도폭 012인 홍전역 남부와 정선 도폭 100의 자미원역 동쪽에도 철도와 관련된 성토성 와지가 지형도상에 표기되어 있다. 성토성 와지가 비석회암 지대에 나타난다면 위 Karst로 처리할 수 있으나 석회암 지대라면 반드시 현지 답사를 실시한 후 진위(眞僞)를 가리지 않으면 중대한 오류를 자초할 수 있기 때문이다.

10. 폭발성 와지(Bursted hollow)

고성능 폭탄에 연발신포가 장착되었다고 가정할 때 그 파괴력은 상상을 초월한다. 오늘날 탄도탄의 개발은 이와 같은 가능성을 한층 더 높여줄 수 있다. 가끔 TV화면을 통하여 중국의 타클라마칸 사막의 서부에 위치한 Lop Nur(羅布泊) 핵실험장의 와지들을 본다.

마치 월면의 분화구를 보듯이...

태백시 화전2동 매봉산(1303)18)은 6·25 전쟁 당시 피아간에 중요한 전술적 요충지로서 관측소로 운영되던 고지이기도 하며, 오늘날까지도 전략적 고려하에 군사시설을 두고 있는 곳이기도 하다.

이 매봉산 정상에서 북서쪽으로 60m 거리의 접근하기 어려운 관복대의 홍점통의 비석회암에 직경 10m 정도의 소형 와지가 있는데, 고성능 폭탄에 의한 폭발성 와지로 추리되었다. 매봉산 반대 사면의 평탄면에도 서의 소실되어 가

는 명상 와지 몇 기가 있으니 더욱 심증을 굳혀 주고 있다.

11. 복합성 와지(Compound hollow)

위에서 전개된 9개의 와지 중 2개 이상의 원인 결합으로 생긴 와지의 개념인데 용식 와지나 비용식 와지를 막론하고 그 가능성은 매우 높다.19) 특히 삼척 도폭 091의 점리 늪통 와지, 093의 놀구리와지 및 태백시 적각동의 된각 와지와 장성도폭 040의 탕곡 와지 등은 성인상 양면성을 지니고 있었다.

Ⅲ. 결 론

이상에서 연구된 와지 중 지배적으로 비중이 큰 것은 용식성 와지의 95%이다.20) 그 다음으로 화산활동이 있는 제주도, 울릉도, 백두산 일대의 화산성 와지 2.5%와 사구성 와지 1.5%, 기타를 모두 합쳐 1% 미만이라고 생각한다.

와지지형의 성인 분류에 관한 연구는 지형도상에서 (⊗) 표기를 보면 Karst지형 내지는 Doline이란 막연한 생각을 시정하고 주의깊게 지질도를 살피고, 비록 석회암 지대라고 할지라도 인위적 요소의 유무와 지형을 잘 살피지 않으면 사구성 와지를 Doline으로 오기하거나 중유석과 석순을 눈앞에 두고 응회암굴로 규정하는 등의 오류는 범하지 말아야 할 것 같다.

註

- 1) 1:5000 삼척 도폭 044, 045, 055, 061, 071, 091, 092, 093 등 Karst지역 조사가 가장 어려웠던 지역으로 남아 있다.
- 2) 경운기가 다니는 길은 Jeep을 이용할 수 있으므로 농로의 개설이야말로 Karst지형 답사의 새로운 계기가 되었다고 생각된다.
- 3) 옆자리의 승객은 오스만장(吾期曼江)이란 위그루족의 장년 상인이었는데 그때의 인연으로 오래

- 도록 서신 왕래가 있었으나 지금은 끊어졌다.
- 4) 이 답사에는 필자의 차남인 수원 창현고교 지리교사 인명근과 삼남인 안양 성문여고 지리교사 원명근이 동참하여 여러 가지 어려움을 쉽게 극복할 수 있었다.
 - 5) 접산 답사에는 용인 태성고교 지리교사 이성선, 성남 효성고교 지리교사 이경구, 안양 성문여고 지리교사 서원명 등 세 분 선생님께서 헌신적으로 활동함으로써 소기의 성과를 거둘 수 있었다.
 - 6) 李泳澤著 : 1972 : 聚落地理 p.53 기록을 보면 청진시 남서 교외에는 많은 Doline가 있다. 도상의 오목지(⊖)기호만 보고 수성천 삼각주에 발달한 사구성 와지에 대해 Doline으로 착각한 사례가 있다.
 - 7) 洪始煥著 : 1990 : 韓國洞窟大觀 p.293 ~ 294에는 철원군 동송면 상노리 소재 용정굴은 지질시대 미상의 석회암에 발달한 석회암 동굴임에도 불구하고 칠원평야 곧, 용암대지, 화산활동이란 기본 개념으로만 생각하고 응회암 동굴로 규정하였다.
 - 8) A.K.Lobeck.Geomorphology(N.Y:McGraw hill book Co.1939) p.135
 - 9) C.A.Hill, P.Forti. Cave Minerals of the World (Huntsville. U.S.A, 1986) p.182
 - 10) 原口九萬 : 濟州道の地質(朝鮮總督府 地質調査所, 1931) p.36
 - 11) 元鐘寬 : 濟州道の 形成過程과 火山活動에 관한 연구(博士學位請求論文, 건국대학교 대학원, 1975) p.34
 - 12) 이현옥 일대의 강안 사구는 1926년 발행된 조선총독부 1:50,000 지형도에는 군사안보상 등고선을 묘사하지 않았으나, 1950년대의 군용지도상에는 사구성 와지가 정밀하게 표기되어 있다.
 - 13) 필자는 1948년 8월 삼지연 호반의 사냥꾼을 위한 귀틀집에서 2일간 야영하면서 삼지연의 축성과 사구성 와지에 대해 조사하였다.
 - 14) O.D.Von Engeln, Geomorphology(N.Y.Macmillan Co.1953) p.579
 - 15) Polije를 제외한 비석회암 지대의 구조성 와지들은 크고 작은 지반운동으로 만들어진 것이 대부분이며, 기타의 원인도 있겠으나 통틀어 위카르스트의 범위 내에서 취급할 수 있다.
 - 16) 본론 서두에 지도 2와 함께 탕곡 와지의 개략을 소개하였다. 이 와지는 2000년 세계 지리학자대회 Karst분과에서 국제적 공동연구가 이루어질 수 있도록 조직위원회에 건의한다.
 - 17) 1:5000 지형도 단양 도폭 035와 036에는 석회암 지대에 인위적으로 만들어진 위카르스트(Pseudo Karst)와 용식작용으로 만들어진 Karst지형이 공존하고 있다. 따라서 도상 연구의 어려움을 경험할 수 있다.
 - 18) 매봉산 와지는 평안계의 홍점통에 발달한 비석회암 와지로서 지척을 분간할 수 없는 관목대의 밀림에 발달하고 있어 백설에 뒤덮인 겨울철에도 소재 확인에 큰 어려움이 있다.
 - 19) 복합성 와지의 전형은 Karst지형에 있어서의 polije이며, 기타의 비석회암 와지 즉, Pseudo Karst의 범위 내에 속하는 와지들은 보통 양면성을 지니고 있다.
 - 20) 1:5000 지형도상에 나타난 와지지형의 95%가 용해성 와지였고 기타의 약 5%가 비석회암 와지였는데, 이들 Pseudo Karst에 속하는 와지들은 그 성인상 다양성을 지니고 있어 현지 조사의 필요성을 강조하고 있다.