

태백산맥 남부산지의 암설사면지형

田 迎 權*

본 연구는 암설사면지형이 잘 발달하고 다양하게 분포하는 태백산맥의 남부산지를 대상으로 항공사진판독과 도상계측 및 현지조사를 통하여 노출암설사면의 분포, 형태 및 퇴적물의 특성을 분석하고 사면의 지형적 배열과 지형발달에 관해서 연구한 논문으로써 분포적 특성에 있어서는 애추의 경우 기반암이 경암이거나 절리가 잘 발달된 지질에서, 암괴류의 경우는 화강섬록암 지질에서 높은 분포밀도를 보였다. 형태적 특성은 애추, 암괴류 모두 설상이 각각 83%, 80%로 가장 많았으며 지형면의 경사도에 있어서는 애추가, 길이에 있어서는 암괴류가 각각 우세했다. 퇴적물의 특성중 암설의 평균입경은 암괴류가 보다 크게 나타났다. 한 지형면에서 암설의 장축방향성의 경우 방향성 있는 경우와 없는 경우가 있는데, 후자는 지형면상의 함몰로 그 방향성이 상실된 것으로 보인다. 끝으로 지형발달의 경우, 애추는 암석낙하(rock fall)에 의한 형성기(최종빙기)와 2차적인 영역에 의한 조정기(후빙기)로 암괴류는 암괴의 생성기(제 3기 또는 제 4기의 간빙기), 암괴류의 형성기(최종빙기), 조정기(후빙기)로 구분할 수 있었다. 그리고 산지 사면의 배열유형은 6가지 유형으로 분류되었다.

主要語 : 암설사면지형, 애추, 암괴류, 태백산맥 남부산지, 지형발달

1. 연구설계

1) 연구목적

산지에 대한 지형적인 연구는 대지형적 관점에서 주로 연구되어 왔고 소지형 혹은 미지형적 관점에서는 소홀히 취급되어 왔다. 한반도는 산지가 많고 인구밀도가 높아 산지의 활용도에 대한 관심도가 차츰 높아지면서 산지의 소지형 혹은 미지형적인 연구가 검토되기 시작하였다. 이에 관한 국내학자의 연구는 암설사면지형, 트르(tor)지형, 절리(joint)지형 등 수 편의 연구가 있으며, 그 중 대부분은 암설사면지형에 대한 연구이다. 이들은 사례지역을 선정하여 그 성인을 관찰적인 방법으로 접근한 것들이었고, 연구대상지형을 전반적으로 계측·분석한 결과를 토대로 암설사면의 지형발달을 연구한 것은 많지 않았다.

본 연구는 암설사면이 모식적으로 발달하고

그 분포가 다양하며 또한 산지 사면의 배열유형이 잘 나타나는 운문산, 천황산, 신불산, 만어산 등으로 이루어져 있는 태백산맥 남부산지를 대상으로 먼저 항공사진판독과 도상계측을 통하여 그 분포적 특성과 형태적 특성을 파악하였으며, 현지조사에서는 노출된 암설사면의 분포, 형태, 퇴적물의 특성 등을 조사·분석하여 암설사면의 지형배열 및 지형발달을 고찰하였다.

2) 연구방법 및 자료

본 연구는 실내도상작업과 현지조사작업을 통하여 이루어졌다.

실내작업으로써

(1) 연구지형의 분석에는 축척 1:10,000 항공사진 23장과, 축척 1:18,750 항공사진 249장이 사용되었다. 먼저 사례지형을 선정하고, 판독된 결과는 야외조사를 통하여 확인·검증하고 이를 기초로 전 지역에 대한 지형판독을 실시하였다.

* 경북대학교 사회대 강사

태백산맥 남부산지의 암설사면지형

(2) 판독된 암설사면(애추: 2, 194개, 암괴류: 544개)을 축척 1:25,000지형도상에 기입하여 암설사면지형 분류도를 작성하고, 이들 각각에 대하여 길이, 지형면경사, 분포고도, 분포사면, 기반지질별 분포밀도 등을 분석하였다.

(3) 항공사진상에서 판독, 분석된 결과들을 애추와 암괴류로 나누어 살펴보고 이들의 배열 유형을 분류하였다.

현지야외조사에서는

(1) 분류된 암설사면지형 분류도를 근거로 가장 모식적인 애추 9개 지점, 암괴류 3개 지점을 선정하여 각 지점마다 구성암설들의 입경, 장축 방향, 형태, 풍화상태, 색상을 조사하였다.

(2) 암설사면지형 분포도와 야외조사결과를 토대로 암설사면지형의 주요 형성시기, 지형진화, 산지사면의 배열유형을 검토하였다.

(3) 최근 20년간의 기상월보 통계치를 근거로 조사지역의 연간 동결·융해일수를 참고하여 암설사면지형의 발달과 관련된 현재의 기후상태를 검토하였다.

3) 연구지역 개관

본 연구지역은 태백산맥 남부산지에 해당되는 운문산—천황산—재약산—향로봉—금오산—천태산으로 이어지는 축을 종축으로 하는 마름모꼴의 지역이다. 그 경계를 개략적으로 기술하면 북서쪽은 밀양강 지류인 동창천, 북동쪽은 태화강 상류, 서북쪽은 밀양강, 남서쪽은 낙동강 본류 그리고 남동부쪽은 양산천에 의해서 대략 구획된다(그림 1).

(1) 지형

본 지역은 태백산맥의 남부가 대구—영천—경주로 이어지는 저지에 의해서 분리된 해발 1,400 m이상의 비교적 험준한 산지로 태백산맥 남부에 해당되며 불규칙적이기는 하나 4개의 주능선을 확인할 수 있다. 이러한 주능선은 본 지역에 발달한 단층선의 주향인 NNE-SSW방향과 거의 평행하게 달리고 있다. 이 밖에도 몇 개의 lineament도 발견된다. 그리고 응회암질 암층이 생성한 이후 발생한 함몰대로써 향심구조를 보이는 일종의 환상구조는 운문산—역산—구탄산

—육화산—용암봉—승학산—정각산으로 이어지는 능선과 만어산—음달산—매봉산으로 이어지는 능선 등에서 볼 수 있다. 그리고 각 주능선의 정상부 혹은 주위에는 평탄면이 많이 발달하여 전형적인 사면배열의 특성을 나타낸다. 즉 산지 상부에서 하부로 이행하면서 평탄면, 급애, 암설사면, 층적면으로 이어진다. 또한 관입암류의 분포지에 비해서 화산암류 분포지역이 협준하며, 특히 화산암류 중에서도 유문암질암류 분포지역이 더 협준하게 나타나고 있다.

본 연구지역의 산지를 개척하는 하천은 밀양강을 제외하고는 하계의 최고차수(1:50,000지형도)가 5차수이며 하계패턴은 대부분 수지상을 보이며, 유로의 방향은 NNE-SSW방향의 단층선에 지배되고 있다.

(2) 지질

본 지역은 경상분지의 한 부분을 차지하는 밀양아분지에 해당되는 지역이다. 시기적으로는 중생대 지층으로써 유천층군과 불국사관입 암류로 구분되며 유천층군은 다시 주사산안산암질암류와 운문사유문암질 암류로, 불국사관입암류는 화강암질 암류와 암맥류로 구분된다(그림 2). 그리고 층적층은 서부의 낙동강과 밀양강 주변에 비교적 큰 평야를 이루면서 넓게 분포하고 계곡저에는 소규모로 분포한다. 결과적으로 본 연구지역의 지질 및 지형형성은 중생대 백악기 후기에 이르러 경상분지 지각 하부에 있는 지각 물질의 부분융해에 의해 새로운 암장이 생성되었다. 그 후 안산암질 화산활동이 있었고 뒤이어 유문암질 화산활동이 있었다. 이러한 화산활동의 초기에는 폭발적인 화산활동상을 보이다가 말기에는 분출만이 일어났다. 화산활동이 현저히 감소되고 냉각 수축된 지각이 함몰되면서 작의 분지가 형성되었고 수 회에 걸친 유문암의 분출과 관입활동은 유천층군의 형성시기를 마감하고, 서서히 침성활동으로 들어가게 되어 화강암류를 비롯한 산성계열의 화강암류는 화산암체 주위의 약대를 따라 도처에서 관입하게 되었다. 뒤이어 화산활동은 중지되고 본격적인 침식작용이 일어났고 N20°E-N25°E 방향의 단층이 형성되었으며 이 때가 신생대 제 3기로 추정된다.

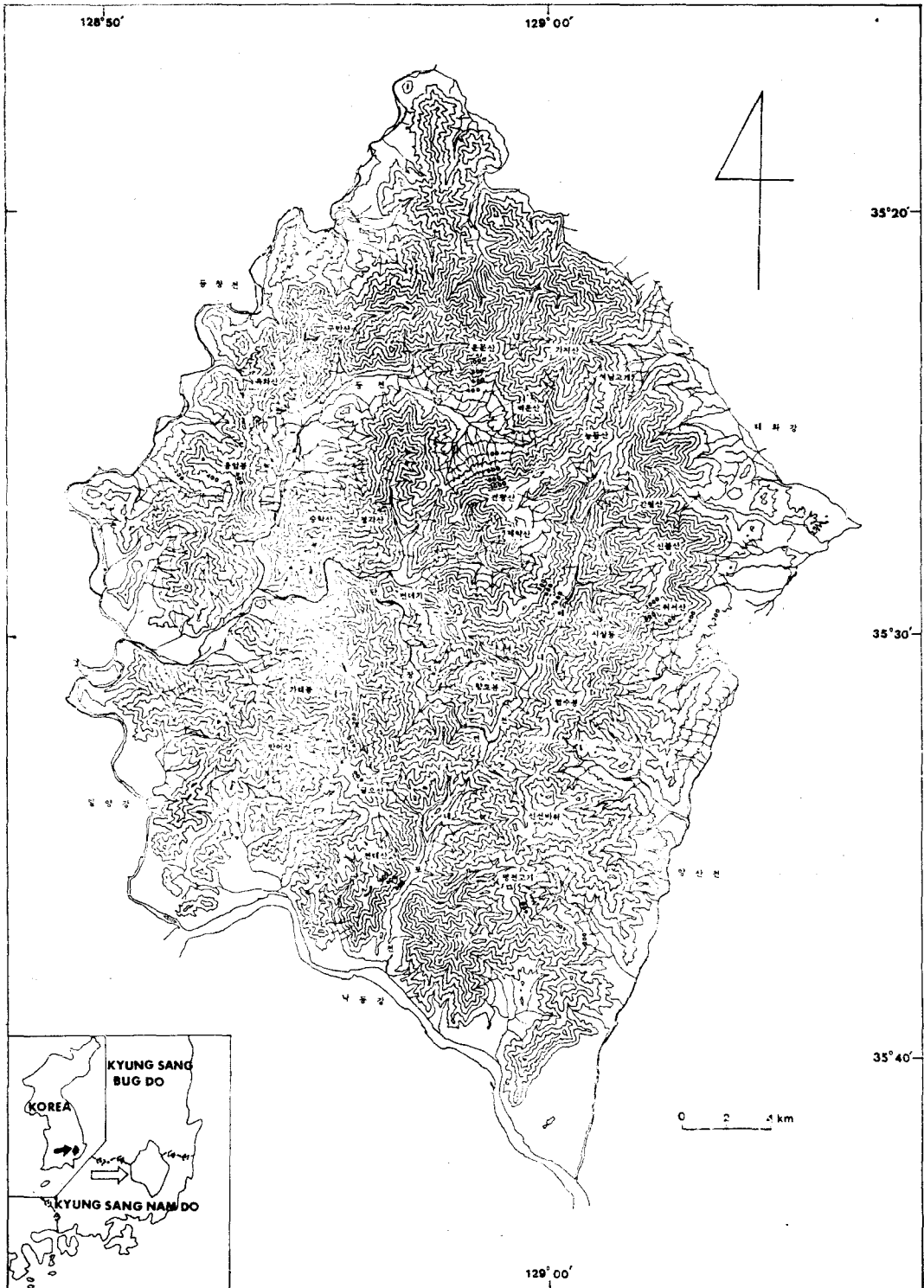


그림 1. 연구지역

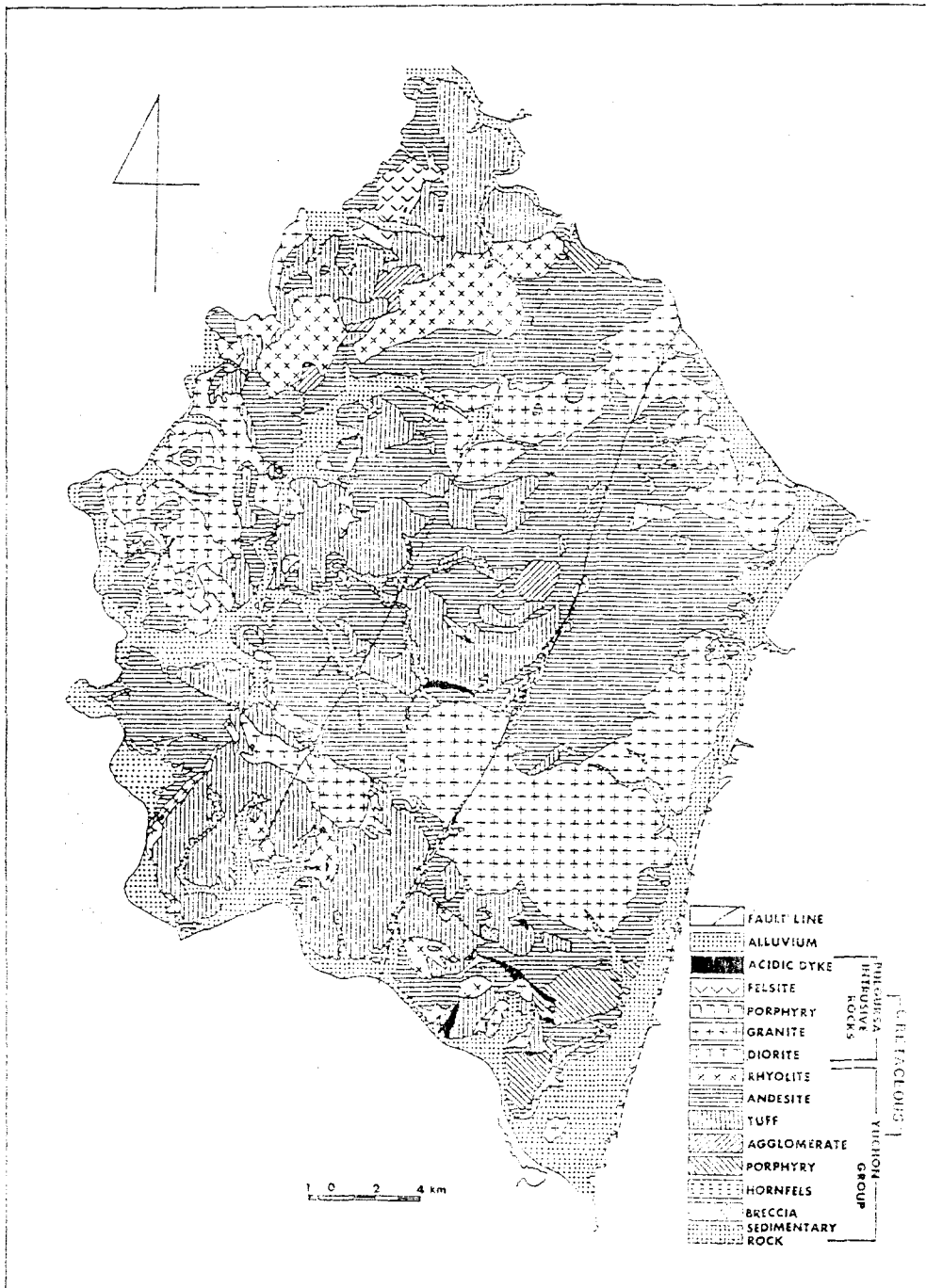


그림 2. 연구지역의 지질도(필자 작성)

2. 연구동향과 이론적 배경

1) 외국의 연구동향

외국의 경우 암설사면지형에 관한 연구는 주로 한랭한 빙기나 주빙하기후환경과 관련하여 진행되어 왔다. 본 단원에서는 암설사면지형을 애추와 암피류으로 구분하여 그 연구동향을 살펴보기로 한다.

(1) 애추

애추라는 용어는 불어에서 시작된 사면에 대한 개념이다. 이를 영국에서는 slope 또는 scree로 부르며 애추에 대한 외국의 연구는 애추를 형성하는 암설의 이동 및 퇴적에 관한 연구(Davison, 1888), 이론적인 연구(Exner, 1923; Allen, 1969), 애추의 특성 및 형성시기의 기후환경에 관한 연구(Blackwelder, 1935), 애추의 종단면경사도와 구성암설의 성질에 대한 실험적인 연구(Van Burkalow, 1945), 애추퇴적물의 특성, 형성시기에 대한 기원적 연구(Smith, 1949), 애추변화에 관한 연구(Fisher, 1952), scree를 구성하는 암설의 크기와 지형발달과의 관계연구(Griffiths, 1959), 애추와 scree를 구성하는 암설의 지질, 형태, 성인에 관한 기술적 연구(Hack, 1960), 암석낙하의 퇴적유형과 에버런치(avalanche)의 퇴적유형간의 차이점에 관한 연구(Rapp, 1960a), scree의 사면경사와 구성암설들의 인식각과의 관계 및 사면형태에 관한 연구(Andrew, 1961), 애추 구성암설들의 이동을 정량적으로 분석한 연구(Caine, 1963), 계량적인 방법을 이용한 애추 특성 연구(Melton, 1965), 애추구성암설의 분급에 관한 연구(Caine, 1967), 애추형성과정과 구성퇴적물간의 상관성에 관한 연구(Gardner, 1971), 암설이동과정과 암석낙하에 관한 연구(Statham, 1973), 애추형성과정에 관한 연구(町田貞 등, 1975), 암석낙하에 의해서 야기된 재난에 관한 응용적 연구(Porter and Orombelli, 1980), 암석낙하빈도와 분포에 관한 연구(Gardner, 1983), 애추구성암설의 연대추정 및 퇴적모델에 관한 연구(Whitehouse and McSaveney, 1983), 애추형성시기에 관한 연구

(田中眞吾 등, 1986), 애추변화특성과 애추사면경사와 암설크기간의 상관성에 관한 연구(Jr Behre, 1933) 등 다양하게 연구되어 왔다.

(2) 암피류·암해

암피류와 암해에 관한 외국의 연구동향을 한데 묶어서 살펴 보기로 한다. 그 이유는 두 지형이 국내외적으로 형성원인이나 형태별 특징 그리고 개념 정립에 있어서 서로 다른 주장이 제기되고 있고 필자 또한 야외조사에서 확인한 결과 두 지형을 구분하여 연구한다는 것에 큰 의미를 부여할 수 없었기 때문이다.

이에 대한 주요 연구로는 암해(felsenmeer)의 풍화에 대한 이론을 Chelius(1896)가 최초로 제안하였으나 동결·용해이론은 생각하지 못하였다. Schott(1931)는 암해의 형태와 성인에 대하여 기후지형적으로 연구하였고, Peltier(1945)는 암해의 형성시기, 성인 및 기후적 환경에 관해서 그리고 Smith(1948)는 암해의 형상적 특징, 풍화특성, 기후환경, 구성암설의 이동메카니즘에 관해서 연구하였다. Denny(1951)는 암해의 형상적 특징, 발달과정, 형성메카니즘, 형성시기 등에 관해서, Smith(1953), Dahl(1966), Strömquist(1973) 등은 암해의 기원과 분포형태, 형성시기, 발달상태 등에 관해서, 今村外治(1963)는 암해의 형성시기, 형성기후환경 등에 관해서, Rother(1965)는 암해 형성의 지질적인 측면에서 분석하였고, 赤木祥彦(1966)은 암피류를 구성하는 암피의 특성에 관해서 Caine(1968)은 암피류의 구조와 퇴적물의 이동에 관해서 정량적으로 분석하였다. 특히 그는 항공사진을 이용하여 암설사면지형들에 대한 분포형태를 파악하였다. Jr Potter and Moss(1968)는 암해의 형상적 특성과 구성암설의 제 특성을 Caine and Jennings(1968a)는 20여 지점의 암해에 대한 기초자료를 근거로 암해의 특성을 연구하였고, Matsumoto(1971)는 일본의 Himekamidake지역의 암피류를 설명하면서 이러한 지형들은 세가지의 상이한 과정을 거친다는 다원론적 형성론을 주장하면서 그러한 과정들은 서로 다른 기후발생적 인자가 지배한다고 보았다. White(1976)는 기존의 이론을 도입해서 암피류와 암해를 상호비교·분석하

였으나 명확한 차이점을 도출하지는 못하였다.

2) 한국의 연구동향

한국의 암설사면지형연구는 다음과 같다. 김도정(1973)은 우리나라 측후소(25지점)의 동결·융해고대일수도를 작성하여 솔리플렉션(solifluction)과 토양동결의 유형을 분석하였다. 강승삼(1976)은 애추에 관한 용어정립을 제고하였고 암피류지형에 대한 용어개념, 형태적 특성, 성인, 형성시기등이 명확하지 못하다고 하면서 앞으로의 연구에서는 형태적 구별이 필요하다고 하였다. 권순식(1978~1980, 1985, 1987, 1988)은 그의 많은 연구논문에서 암피류와 암해의 성인과 형태에 관하여 언급하였다. 그 중 거제도에 발달한 암피류는 거의 해안까지 형성되고 있는 것으로 보아 그 당시 한반도의 기후는 주빙하적 환경하에 있었다고 설명하고 있다. 특히 그는 암피의 집적은 최종빙기동안의 주빙하환경하에서 가능하다고 생각하였으며, 암피의 성인은 복합적이고 다원회적인 사고를 필요로 한다고 하였다. 장재훈(1980)은 완사면상의 각력퇴적물들이 배후산지의 암질과 동일하고 liquid mass상태로 운반되어 온 주빙하성 사면이동퇴적물로 보았다. 그리고 그는 특히 사면경사가 10°이상 되는 남부지방의 산록에 발달하고 있으며 암해는 완사면상에, 암피류는 배후산지에 발달된 곡의 입구에서 혀모양으로 발달하고 말단부에 lobe상을 가진다고 하여 한국에서도 주빙하적 환경하에서 형성되는 암피류와 암해가 존재함을 인정하고 있다. 박노식·고의장(1979)은 애추, 솔리플렉션(solifluction) 등에 관한 개념정립을 하면서 솔리플렉션은 경사 2°이하의 완경사까지도 일어날 가능성이 있다고 보았다. 이정우(1980, 1988)는 완사면상의 피복물의 구조적 특징을 liquid mass상태로 운반되었다고 보고 이러한 특징을 솔리플렉션에서 그 원인을 찾으려고 하였으며 그의 강원도 영월지방 애추연구에서는 단애면의 위치와 애추발달, 단애면의 형태, 단애면의 풍화정도 등 단애면의 발달을 하도의 형성과 관련시켜 애추의 형성원인과 형상적 특성을 설명하였다. 장호(1983)는 지리산 촛대봉 아래의 암해 연구에서 불력의 형상

이 각력이고 현재는 식생피복으로 고정된 것으로 보아 과거의 주빙하환경하에서 형성된 것으로 판단하였다. 윤석원(1988)은 애추의 분포와 형태, 사면물질 및 이동관계를 조사하고 애추와 모암 및 기후와의 관계를 분석한 결과 암설층의 분급도는 조립일수록 양호하고 경사방향으로 입도분포가 양호한 분급상태를 보인다고 하였다. 외국인으로서 한국의 암설사면지형에 대한 연구에 있어서, 일본의 多田文男·大矢雅彦(1970)은 한국의 암피류에 대하여 기술하고는 있으나 필자가 조사한 바에 의하면 암피류보다는 애추로 보는 것이 타당하다. Akagi(1971, 1974)는 한국의 암피류연구에서 암피류의 형상에 관해 설명하고 있으며, 특히 그는 암해의 형상적 특징과 형성시기에 관해서 언급하고 있으나 명확성은 없는 편이었다.

3) 이론적 배경

지금까지 연구되어 온 결과를 종합하여 암설의 생성이론을 몇 가지로 구분해 보면, ① 빙기와 주빙하기의 한랭한 기후하에서 서릿발의 작용(frost action)에 의해서 형성되며 이러한 경우 암설은 주로 각력이 형성된다는 이론(Thornbury, 1961; Flint, 1962; Embleton and King, 1968; 多田文男, 1971) ② 플라이스토세(Pleistocene) 이전의 아열대 습윤기후 또는 플라이스토세의 간빙기 그리고 현재의 열대·온대 습윤기후하에서 화강암의 심층풍화로 원력 내지 아원력을 생성한다는 이론(Linton, 1955; 島宏, 1960; Fitzpatrick, 1963; Rother, 1965; Fairbridge, 1968) ③ 주빙하환경과 플라이스토세 이전의 아열대기후 양자에서 모두 가능하다는 이론(Klemm, 1918) ④ 건조 또는 반건조 기후하에서 암설생성이 가능하다는 이론(Strahler, 1960) ⑤ 암설생성은 특정 기후와 관련되어 생성되는 것이 아니고 암석학적인 측면도 고려되어야 한다는 이론(Odell, 1933; Smith, 1953; 市瀬由自, 1970)으로써, 즉 암설생성에 관한 복합론도 대두되고 있다. 특히 Wilhelmy(1958)는 불력과 불력지형의 형성은 기후요소와 암석적 요소가 암설생성에 결정적인 영향을 준다고 하였다. 그러면 이와 같이 생성된

암설이 어떤 과정에 의해서 사면 아래쪽으로 이동하게 되었는지를 살펴 본다면 ① 주빙하적 과정에 의해서 암설이 이동된다는 견해(Sharpe, 1938; Cotton, 1958; William, 1959; Thornbury, 1961; Flint, 1962; Caine, 1968; Butzer, 1976; 小岩清水, 1981) 특히 Schumm(1967)은 산지사면상의 암석포행 비율은 한랭한 고위도 지역에서 추정되는 애추포행(talus creep)과 솔리플렉션 비율보다는 빠르지 않지만 습윤지역에서의 토양포행(soil creep)보다는 훨씬 빠르다고 주장하였고, Smith(1987)는 동일한 지역이라도 사면방향에 따라서 솔리플렉션비율은 달라진다고 하였으며, 小岩清水(1981)는 거력분포지의 사면경사가 15°이하인 곳의 경우에는 한랭기의 주빙하적 과정에 의해 이동된 암괴퇴적지로 보았다. 또한 Linton(1955)은 암괴의 집적과정이 화학적 풍화로 생성된 거력(boulder)들이 그 이후 주빙하 사면이동에 의해서 퇴적된 2단계 과정으로 형성된 것으로 설명하고 있다. ② 습윤기후지역에는 하계의 집중호우에 의해서 암설이 이동된다고 보는 견해(田中正央, 1975) ③ 큰 홍수를 가정한 debris-flow 이론과 한랭한 기후하에서의 주빙하적 과정에 의한 block-flow 이론 등 두 가지를 모두 인정하는 견해(Matsumoto, 1971) ④ 거력을 포함한 조대한 물질의 운반에는 기후적 요인뿐만 아니라 암석학적 요인과 지진 등의 지각변동요인 및 지형적인 요인 등에 의해서 그 양식이 달라질 수도 있다는 견해(市瀬由自, 1970; 松本繁樹, 1970) 등이 있다.

3. 암설사면의 분포적 특성

연구지역은 항공사진 272장과 지형도(축척 1:25,000) 11장으로 커버되는 지역이다. 현지에서 식생으로 덮여 있는 암설사면은 관독이 어려워 식물이 피복되지 않은 노출사면만을 대상으로 관독하였다. 이와 같이 노출된 암설사면지형은 본 지역에서 애추 2,194개, 암괴류 544개로 총 2,738개 지점이 관독되었다. 그리고 각각의 애추와 암괴류에 대하여 분포고도, 분포사면 기반지질별 분포밀도 등을 분석하고 암설사면의

분포적 특징을 검토하였다.

1) 애 추

(1) 형상구분

연구지역에 나타나는 암설사면들의 형상을 설상, 원추상, 대상, 합류상 등 네 가지 유형으로 분류하였다. 이들 형상에 대한 정의는 기존연구를 참조하여 다음과 같이 정의하였다.

① 설상: 사면방향으로 장축을 형성하여 폭에 비하여 길이가 3배 이상이며, 폭의 감소율이 뚜렷하지 않은 것.

② 원추상: 사면의 상부에서 하부로 갈수록 폭이 현저히 증가하며 형상이 원추형을 나타내는 것.

③ 대상: 길이가 폭에 비하여 3배 미만인 것으로 폭의 증가 및 감소율은 일정하지 않은 것. 그러나 사면방향으로 장축을 갖는 경우가 많으며 간혹 등고선방향으로 장축을 갖는 것도 있다.

④ 합류상: 상부 두 지점이상에서 형성된 것들이 하방으로 이동하면서 합류되는 유형으로 비교적 규모가 큰 것.

(2) 기반지질별 분포밀도

표 1은 기반지질별 각 형상의 애추분포를 나타낸 것이다. 연구지역에서 총적층을 제외한 지질분포는 불국사관입암류가 28.8%, 유천층군이 71.2%를 차지하고 관입암중에는 화강암이 24.4%로 대부분을 차지하며, 유천층군은 안산암이 37.9% 응회암이 24.2% 그리고 유문암이 5.7%를 차지하고 있다. 애추를 형상별로 볼 때 설상이 전체의 83.3%를 차지하고 합류상이 11%, 원추상이 4.5% 그리고 대상이 1.2%로 나타났다. 따라서 분포밀도도 설상이 가장 높고 다른 세 형상은 낮은 편이다. 설상애추의 분포밀도를 기반지질과 관련하여 보면 수정퇴적암과 혼펠스(hornfels)에서는 1km²당 6개 이상이 나타나 가장 높은 밀도분포를 보이고, 다음은 유문암에서 4.73개로 높게 나타났다. 이에 대하여 화강암에서는 1km²당 0.93개로 가장 낮게 나타났으며 화강섬록암 및 규장암에서도 낮게 나타났다. 애추의 분포밀도는 급애면 형성이 유리하고 풍부한 암설공급이 용이한 지질과 깊은 관련이 있을 것

표 1. 애추의 지질 및 형상별밀도

(단위: 개/km²)

地 質	形 狀	舌狀	圓錐狀	帶狀	合流狀	Total
佛國寺貫入岩類	酸性岩脈	2.68	—	—	—	2.68
	柱長岩	1.20	—	—	—	1.20
	斑岩	2.86	—	—	—	2.86
	花崗岩	0.93	0.12	—	0.14	1.18
	花崗閃綠岩	1.26	—	0.10	0.29	1.65
榆川層	流紋岩	4.73	0.31	—	0.84	5.87
	安山岩	2.42	0.13	0.04	0.32	2.91
	凝灰岩	2.86	0.11	0.05	0.37	3.38
	集塊岩	3.73	0.29	—	0.29	4.30
群	斑岩	2.63	—	0.08	0.08	2.78
	호른펠스	6.30	—	—	1.10	7.39
	水成堆積岩	6.88	—	—	—	6.88
Total		2.30	0.12	0.03	0.31	2.77

으로 판단된다. 이렇게 볼 때 수성퇴적암은 층상구조 때문에, 혼펠스는 주변지질에 비하여 경암이기 때문에 급경사면을 형성하기 유리한 조건을 갖추고 있어서 결과적으로는 이와 같은 지질에서 애추의 분포밀도가 높은 것으로 해석된다. 유문암지질은 본 지역 유천층군중의 최상위층으로써 노암의 상태를 많이 유지하고 있고, 절리가 많이 발달하여 암설생성에 유리한 조건을 갖추고 있으므로 많이 나타난 것으로 보인다.

(3) 분포고도

애추의 분포고도는 항공사진에서 판독된 각 지형을 지형도상(축척 1:25,000)에 옮겨 고도를 계측하였다(표 2). 애추의 분포고도는 상류쪽과 하류쪽 고도를 참고로 하여 중간 지점의 고도를 택했다. 조사된 애추의 평균길이는 약 100m 전후이고 평균경사가 30°정도로써 실제 분포고도

는 하류쪽은 표 2에서 나타난 것보다 평균 20~30m 정도 낮고, 상류쪽은 평균 20~30m 정도 높은 고도를 하고 있다. 100m 간격으로 본 빈도 분포에서 애추는 1,000m 이상의 고도에 분포하는 것이 있는가 하면 100m 이하에도 분포하고 있다. 그 중 가장 높은 빈도를 보이는 고도는 301~500m구간으로 전체의 41%를 차지하고 있다. 형상적으로 대상애추는 다른 세 형상에서와 같이 집중분포성은 적고 고도에 상관없이 여러 고도에 걸쳐서 고르게 나타나는 것이 특색이었다. 식생이 피복된 지역은 현지조사를 하지 않고는 그 아래가 애추사면인지 아닌지를 확인하기가 어려우므로 확실한 논의를 할 수 없지만 본 연구지역에서 301~500m 고도의 사면은 현지 관찰이 이루어진 곳을 참고하면 거의 애추사면으로 이루어져 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 이보다 더 높은 고도로 갈수록 노암사면이 점차 나타나기 시작하고 이보다 낮은 곳으로 가면 암피류이나 선상지, 곡저평야가 점차 많이 나타나서 애추사면이 줄어든다는 것을 알 수 있다.

(4) 사면방향별 분포

사면의 방향은 남사면과 북사면으로 나누어 검토하였다. 남사면이란 햇빛을 많이 받는 남동·남·남서 방향의 사면을 말하며 본 조사에서는 정북을 0°로 하고 시계방향으로 100~260°에 해당하는 방향을 남사면으로 설정했다. 북사면은 햇빛을 상대적으로 적게 받는 북동·북·북서사면을 말하며 0~80°와 280~360° 방향으로 설정했다. 남사면과 북사면의 경계에 해당하는 정동의 20°범위와 정서의 20°범위는 제외했다. 이와 같이 설정된 남사면과 북사면에 분포하는 애추의 수를 나타낸 것이 표 3이다.

표 2. 애추의 형상별 분포고도

形 狀	分布高度 (m)											Total (개수)
	100 이하	101 ~ 200	201 ~ 300	301 ~ 400	401 ~ 500	501 ~ 600	601 ~ 700	701 ~ 800	801 ~ 900	901 ~ 1000	1000 이상	
舌 狀	38	214	285	280	375	281	137	71	30	13	4	1,828
圓錐狀	7	15	22	17	23	12	1	1	—	—	—	98
帶 狀	—	3	3	1	3	5	4	3	2	—	2	26
合流狀	—	12	19	44	55	62	37	6	7	—	—	242
Total(개수)	45	244	329	442	456	360	179	81	39	13	6	2,194

표 3. 애추의 형상별 사면방향

形 狀	分布斜面	
	南 斜 面 (S·SE·SW)	北 斜 面 (N·NE·NW)
舌 狀	873	778
圓 錐 狀	47	42
帶 狀	11	21
合 流 狀	126	93
Total(갯수)	1,057	934

남사면에는 53.1%에 해당되는 1,057개가 분포했고 북사면에 46.9%에 해당되는 934개가 분포하고 있어서 사면별로 두드러진 차이는 보이지 않지만 남사면쪽이 다소 많이 나타나는 특색을 보였다. 남사면은 낮동안에 기온이 상대적으로 높고 건조한 조건을 보이는 데 비하여 북사면은 낮동안에 기온이 낮고 보다 습윤한 것이 특색이다. 기온과 토양의 습도만으로 볼 때 북사면쪽은 동결작용이 왕성하고 지속시간이 길다. 그러나 동결·융해의 반복은 오히려 남사면쪽이 그 빈도가 높을 수도 있으므로 애추형성에 어느 쪽 사면이 더 공헌할 것인지에 대해서는 판단하기 어렵다. 그러나 본 조사지역에서 사면별 분포빈도로서 해석하면 일단 동결·융해작용의 발생빈도가 높은 남사면 쪽이 애추형성에 더 공헌하고 있는 것으로 해석할 수 있다.

2) 암괴류

(1) 기반지질별 분포밀도

암괴류의 지질별 분포밀도를 나타낸 것이 표 4이다. 연구지역에서 암괴류는 총 544개가 식별되었으며 형상별로는 설상이 79.6%로 대부분을 차지하고 대상 및 혼합상은 20.4%로 나타났다. 지질별 분포밀도는 화강섬록암 지대에

표 4. 암괴류의 지질 및 형상별 밀도

(단위: 개/km²)

地 質	形 狀	舌 狀	帶 狀 및 混合狀	Total
	珪 長 岩	0.45	—	0.45
	斑 岩	0.45	0.15	0.60
	花 崗 岩	0.50	0.06	0.55
	花崗閃綠岩	1.07	0.53	1.60
楡 川 層 群	流 紋 岩	0.44	0.09	0.53
	安 山 岩	0.52	0.15	0.67
	凝 灰 岩	0.65	0.20	0.85
	集 塊 岩	0.43	0.14	0.57
	斑 岩	0.46	—	0.46
	호 른 펠 스	—	—	—
	水成堆積岩	—	—	—
Total		0.55	0.14	0.69

1km²당 1.60개로 많은 출현빈도를 보여 애추의 경우 최저빈도를 보이던 것과 좋은 대조를 이룬다. 그 밖의 지질에서는 산성암맥에서 0.34개로 최저이고 평균적으로는 1km²당 0.5개의 분포를 보였다. 본 연구지역에서 화강섬록암이 분포하는 곳은 밀양군 산외면지역과 밀양군 삼랑진읍의 만어산 일대이다. 그 중 암괴류지형이 잘 발달되고 그 밀도도 높은 곳은 만어산 일대이며 산외면지역은 다른 지역보다는 약간 높은 밀도를 보이지만 만어산 일대와는 비교가 안된다. 지질과 표고가 비슷하면서 이와 같은 지역차를 보이는 것은 만어산 일대에는 밀양단층선이 인접해 있기 때문이다. 화강암이나 화강섬록암은 심성암으로 심층풍화를 받으면서 핵석을 많이 생성하는 것이 특색이다. 그러나 이들 핵석이 saprolite에 묻혀 있을 때는 표면에 노출되지 않지만 단층활동 등 어떤 원인에 의하여 변위되면

표 5. 암괴류의 형상별 분포고도

形 狀	分布高度 (m)											Total (갯수)
	100 이하	101 ~ 200	201 ~ 300	301 ~ 400	401 ~ 500	501 ~ 600	601 ~ 700	701 ~ 800	801 ~ 900	901 ~ 1000	1000 이상	
舌 狀	36	111	85	60	59	39	25	7	5	—	—	433
帶狀 및 混合狀	2	13	12	19	24	12	14	3	2	—	—	111
Total(갯수)	38	124	107	85	83	51	39	10	7	—	—	544

saprolite가 제거되면서 많은 핵석이 노출되고 이들이 서릿발의 작용, thermal creep 등의 작용을 받아 암석포행이 이루어져 활발한 암괴류지형을 만들 수 있다고 본다. 만어산 일대에 암괴류 지형이 대규모로 발달된 것도 이와 같은 관점으로 해석할 수 있다.

(2) 분포고도

암괴류의 형상별 분포고도를 나타낸 것이 표 5이다. 암괴류의 96.9%가 고도 700m 이하에 분포하고 있으며 최대빈도를 보이는 고도는 101~200m구간이다. 이는 애추분포의 최대빈도 구간인 301~500m인 것과 비교하면 암괴류는 200~300m 낮은 지점에서 형성되고 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 암괴류의 분포고도가 애추의 분포고도보다 낮은 것은 대부분의 암괴류가 애추로부터 암괴를 공급받고 있기 때문이다. 형상별 분포고도를 보면 대상 및 혼합상이 설상의 분포고도보다 높게 나타나는 특색을 보인다.

4. 암설사면의 형태적 특성

연구지역에 나타난 전 암설사면지형에 대하여 지질별, 형상별로 나누어 지형면의 규모와 경사를 제측하고 형태적 특성을 밝혔다. 지형면의 규모는 길이와 최대폭을 측정하였으나 표 6과 표 8에서는 형상별 길이만 나타내었다. 본 제측에서는 식물이 피복된 부분을 제외하고 노출된 암설사면지형만을 대상으로 하였기 때문에 실제 규모는 이것보다 클 것으로 본다.

1) 애 추

애추의 형상별 길이를 나타낸 것이 표 6이다.

길이가 긴 것은 500m에 이르는 것도 있었으나 대부분은 200m 이하의 것이 전체의 약 94%를 차지하였다. 형상별 평균길이를 보면 합류상과 설상이 길게 나타났다. 평균길이는 99m로 나타났다. 최대폭에 대한 길이의 비는 설상과 합류상에서는 4~5배가 가장 많고 가장 큰 것은 8배에 달하는 것도 있다. 그러나 대상과 원추상의 경우는 대부분 3배 이하였다.

기반지질별 애추의 길이는 혼펠스지역에서 142m로 가장 길게 나타났는데 이것은 혼펠스의 경우 높은 급애를 형성하고 있는 경우가 많아서 그 아랫쪽에 형성된 애추사면도 길게 형성된 것으로 보인다.

(2) 지형면 경사

표 7은 지질별 암설사면의 경사도를 제측한 것이다. 일반적으로 애추의 경사를 26~35°로 보고 있는데 본 지역에서도 63.9% 정도가 26~35°의 구간에서 가장 높은 빈도를 보였다. 이들을 다시 기반지질별로 보면 화강섬록암, 화강암, 규장암지대에서 형성된 애추가 집괴암, 반암, 호른펠스 등의 경우보다 상대적으로 완만한 경사를 보인다. Chorley(1985)는 암설사면의 경사에 영향을 주는 요소로써 입경의 크기, 형태, 분급 등이 작용하는데 입경의 크기가 클수록, 각력일수록, 조립질사이에 세립질이 포함되어 분급이 나뉠수록 암설사면의 경사가 급하게 나타난다고 하였다. 연구지역에서 이들 세 요소에 대한 야외관찰 결과를 요약하면 입경의 형태가 주된 원인으로 나타나 원형도가 높은 암설인 화강섬록암, 화강암지대에서 상대적으로 경사가 완만하다는 것을 알 수 있었다.

표 6. 애추의 형상별 길이

形 狀	길이(m)										Total(갯수)	평균 길이
	100 이하	101 ~ 200	201 ~ 300	301 ~ 400	401 ~ 500	501 ~ 600	601 ~ 700	701 ~ 800	801 ~ 900	901 ~ 1000		
舌 狀	1,161	607	46	10	4	—	—	—	—	—	1,828	91
圓 錐 狀	67	28	3	—	—	—	—	—	—	—	98	85
帶 狀	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	26	100
合 流 狀	49	126	48	15	4	—	—	—	—	—	242	167
Total(갯수)	1,290	774	97	35	8	—	—	—	—	—	2,194	99

표 7. 애추의 지질별 경사도

地 質		傾斜度(°)					Total (갯수)	平 均 傾斜度
		21~25	26~30	31~35	36~40	41~45		
佛 國 寺 實 入 岩 類	酸 性 岩 脈	—	2	5	—	—	8	31
	珪 長 岩	4	1	1	—	2	8	29
	斑 岩	—	6	7	5	1	19	32
	花 崗 岩	55	73	73	19	6	226	29
	花 崗 閃 綠 岩	21	9	3	1	—	34	26
楡 川 層 群	流 紋 岩	23	64	108	46	26	267	29
	安 山 岩	148	286	303	110	27	874	31
	凝 灰 岩	114	180	219	104	32	649	31
	集 塊 岩	2	3	11	5	9	30	35
	斑 岩	5	9	11	9	2	36	32
	立 稜 玢 石	2	7	10	6	2	27	33
	水 成 堆 積 岩	2	6	6	2	—	16	31
Total(갯수)		377	646	757	307	107	2,194	31

표 8. 암괴류의 형상별 길이

形 狀	길이(m)										Total (갯수)	평 均 길 이
	100 이 하	101 ~ 200	201 ~ 300	301 ~ 400	401 ~ 500	501 ~ 600	601 ~ 700	701 ~ 800	801 ~ 900	901 ~ 1000		
舌 狀	213	169	33	6	3	—	3	5	1	—	433	125
帶狀 및 混合狀	19	48	20	10	6	4	2	—	—	2	111	223
Total(갯수)	232	217	53	16	9	4	5	5	1	2	544	145

2) 암괴류

(1) 규모

암괴류 544개에 대하여 형상별 길이를 나타낸 것이 표 8이다. 암괴류의 대부분은 300m 이하에 92.9%나 분포하고 있었고 긴 것은 1km에 이르는 것이 2개, 500m 이상의 것이 17개나 있었는데 이와 같은 대규모의 암괴류는 대부분 만어산 주변에 형성되어 있었다. 암괴류의 평균길이는 145m로 애추에 비하여 훨씬 길게 나타났다. 형상별로 볼 때 대상 및 혼합상이 설상에 비하여 훨씬 길게 나타났다. 최대 폭에 대한 길이의 비는 애추보다 커서 긴 설상의 경우는 10배가 넘는 것도 있으나 평균 4~5배에 이르는 것이 많았다. 지질별로는 만어산의 화강섬록암지역에서 대규모로 긴 것이 많이 형성되어 있으며 그 밖의 지질에서는 뚜렷한 특색이 없었다.

(2) 지형면 경사

지질별 암괴류의 지형면 경사를 계측한 것이 표 9이다. 조사지역에서 암괴류의 지형경사는 6~30°정도에서 나타나 일반적으로 말하는 6~25°보다는 경사가 5°정도 크게 나타났다. 본 지역의 평균 경사는 19°로 나타났으며 가장 높은 빈도를 보이는 것은 16~20°구간이었다. 그 중 지형경사 11~25°구간의 것이 전체의 80%를 차지하는 것으로 보아 암괴류가 발달하는 대표사면으로 볼 수 있다. 기반지질과 관련시켜 보면 일반적으로 불국사관입암류에서 상대적으로 완만한 경사를 보이고 유천층군에서 급한 경사를 보이며 특히 유문암과 안산암지질에서 급하게 나타난다. 이와 같은 경향은 불국사관입암류지대의 사면경사가 완만하고 암설이 보다 원력인데 비하여 안산암 및 유문암 분포지대는 기반경사가 급하고 암설이 대부분 각력인 것으로 보아

표 9. 암피류의 지질별 경사도

傾斜度(°)		5이하	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	Total (갯수)	平均 傾斜度
佛國寺貫入岩類	酸性岩脈	—	—	—	—	—	1	1	27
	斑長岩	—	1	1	1	—	—	3	13
	斑岩	—	—	—	3	1	—	4	15
	花崗閃綠岩	—	11	27	43	19	6	106	17
榆川層群	流紋岩	—	1	2	8	9	4	24	22
	安山岩	—	6	34	67	60	33	200	20
	凝灰岩	—	6	32	59	37	29	163	19
	集塊岩	—	—	—	3	1	—	4	19
	斑岩	—	—	1	1	3	1	6	19
	트론펠스	—	—	—	—	—	2	—	—
	水成堆積岩	—	—	—	—	—	—	4	—
Total(갯수)		—	30	109	195	136	74	544	19

그 원인을 알 수 있다.

상태, 퇴적물의 풍화상태와 색상 등을 조사하였으나, 지면관계상 그 결과만 정리하였다.

5. 암설사면의 사례지형 분석

2) 분석결과

1) 사례지형 선정과 조사방법

(1) 퇴적물의 특성

사례지형의 선정은 기반지질과 지형배열 및 기타 주변환경을 고려하여 표 10과 같이 애추 6개 지점, 암피류 3개 지점에 대하여 실시하였다.

연구지역에 노출된 암설사면의 퇴적물은 평균 장경 48~172cm로 대부분이 거립급 이상이었고 모래(sand)이하의 세립질은 거의 없었으며 비교적 분급이 좋았다. 세립질 암설은 암피사이로 빠져들었고 또 암피밑으로 흐르는 유수에 의하여 운반되어진 것으로 판단된다.

현지조사에서는 먼저 지형면을 스케치하고, 애추와 암피류의 길이와 폭을 측정하였으며 각 지형마다 측선을 설정하여 그 측선을 지나는 암설들 중에서 장경 20cm 이상의 모든 것에 대하여 퇴적물의 입경(장경×단경), 퇴적물의 장축 방향, 지형면경사 등을 측정하고, 식생의 피복

① 평균입경 : 암피류쪽이 훨씬 크고 애추쪽이 작았다. 또한 애추중에도 기반지질에 따라 입경이 다르게 나타났다. 일반적으로 화강암지질에

표 10. 사례지형의 기반지질 및 지형배열

區分	地 域 名	基盤地質	地 形 排 列	기 타
애 추	얼음골①	유 문 암	高位凸型斜面—露岩斜面—崖錐—冲積面	재이동 가능성 있음
	얼음골②	유 문 암	高位凸型斜面—露岩斜面—崖錐—冲積面	死地形으로 보임
	正覺山	안 산 암	崖錐—冲積面	死地形으로 보임
	원당	안 산 암	露岩斜面—崖錐—冲積面	추가활동
암 피 류	白靈山	화 강 암	露岩斜面—崖錐—冲積面	死地形으로 보임
	등자방	화 강 암	露岩斜面—崖錐—冲積面	死地形으로 보임
	萬魚山	화강섬록암	岩塊流—冲積面	死地形으로 보임
암 피 류	谷里	유 문 암	露岩斜面—崖錐—岩塊流—冲積面	死地形으로 보임
	九川里	안 산 암	高位凸型斜面—露岩斜面—崖錐—岩塊流—冲積面	死地形으로 보임

서 가장 크게 나타났고 다음으로 유문암지질, 그리고 안산암지질에서 가장 작은 경향을 보였다. 이와 같은 입경의 차이는 절리간격과 밀접한 관계를 갖고 있는 것으로 나타났다. 실제 모암의 절리간격을 관찰해 본 결과 절리간격이 가장 큰 화강암에서 입경이 크고 유문암, 안산암순으로 평균입경이 작게 나타나고 있었다. 동일한 화강암지질이면서도 등자방의 경우는 백운산의 경우에 비하여 평균입경이 반정도였다. 등자방의 암설들은 풍화작용으로 그 자리에서 2차적으로 갈라져(block separation) 형성된 암설이 많아서 평균입경이 작게 나타났고, 2차적으로 분쇄된 것을 제외하면 백운산의 평균입경과 별다른 차이가 없다. 애추의 퇴적물입경의 공간적 분포를 살펴보면 얼음골 ①, ②와 원당에서처럼 하류쪽으로 갈수록 입경이 커지는 경향을 보이는가 하면 정각산, 백운산, 등자방 등에서처럼 종적인 분급이 무질서한 경우도 있었다. 암피류에 있어서도 행곡리의 경우는 하류로 갈수록 입경이 커지고 있으나 만어산과 구천리에서는 종적인 분급의 질서가 나타나지 않았다. 횡적 입경분포를 보면 애추의 경우는 측방쪽이 중앙부보다 입경이 크게 나타나는 경향을 보이는 반면 암피류의 경우는 중앙부쪽의 입경이 측방쪽보다 크게 나타났다.

② 암설의 형태 : 애추에서는 대부분 각력이었고 암피류는 원형도가 높게 나타났다. 애추에서 유문암 및 안산암질 기반지질에서는 완전한 각력이었고 화강암지질에서는 각능이 마모된 아각력으로 나타나 지질적 특성을 잘 반영하고 있다. 암피류에서도 유문암·안산암질에서는 아각력 정도의 형태를 보이나 화강섬록암의 경우인 만어산에서는 원력과 아원력이 많이 분포하고 아각력 등도 어느 정도 나타났다. 이와 같은 원력과 아원력 생성은 섬록암지역에서 구상풍화작용을 받아 형성된 핵석이 암설의 주공급원이 되기 때문이다.

암설의 장축방향성은 방향성이 있어 보이는 애추 두 지점과 암피류 두 지점을 조사한 결과 애추지점에서는 중·하류부에서 약간의 방향성을 보였다. 암피류의 경우 행곡리에서는 상당한

방향성을 보이거나 만어산에서는 뚜렷하지 못했다. 암설의 장축방향성은 암석낙하와 같은 작용에서는 거의 나타나지 않고 포행으로 재이동을 반복할 경우에 방향성을 나타내고 있는 것으로 보고되고 있다(Potter and Moss, 1968). 이렇게 볼 때 애추에서 방향성을 보이는 것은 재이동을 하였다고 볼 수 있다. 또 암피류의 경우가 애추의 경우보다 방향성이 양호하다는 것이 일반적인 이론이다. 이런 관점에서 보았을 때 행곡리의 경우는 네 지점중에서 가장 방향성이 잘 나타나고 있어서 이 논리와 잘 일치하고 있지만 만어산의 경우는 그렇지 못하다. 만어산의 경우는 곳곳에 함몰된 와지가 나타나는데 이것은 세립물질이 유수에 의하여 제거되면서 상부의 암설들이 함몰하게 된 것이며, 이 경우에 방향성을 갖고 있던 암설들도 그 방향성을 잃게 되므로 이와 같은 지형이 형성되었다고 본다. 암설의 풍화정도 및 색상은 정각산, 등자방, 행곡리, 구천리와 같은 지역에서는 심하게 풍화되어 있고 2차적 절개도 보이며 암설표면에는 이끼가 끼어 있거나 변색이 심하여 완전히 사지형화된 경우이며, 얼음골①, ②, 백운산, 만어산의 경우는 어느 정도 변색되고 풍화된 것이 대부분이지만 부분적으로 신선한 암설도 포함되어 있는 경우이고, 원당의 경우는 작은 원추상의 애추로 암설들이 모두 신선하고, 전혀 변색되지 않은 모습을 보여 현재에도 계속 형성되고 있는 것으로 볼 수 있다.

(2) 사면형태

사면의 경사는 애추의 경우 평균경사 26~35°로 나타났으며 기반지질에 따라 유문암과 안산암지질에서는 32~35°로 비교적 급했고, 화강암지대에서는 26°로 보다 완만하게 나타났다. 각 사면은 하류쪽으로 갈수록 경사가 완만하여 전체적으로 오목한 사면을 이루고 있었다.

암피류는 애추보다 평균경사가 훨씬 완만한 10~18°로 나타났으며 그 중에서도 안산암의 경우인 구천리에서는 18°, 유문암으로 된 행곡리에서 11°, 화강섬록암으로 된 만어산에서 10°로 나타나 지질별 차이를 보였다. 평균입경과 관련시켜 보아도 평균입경이 큰 암설로 구성된 사면

은 경사가 완만하고 작은 암설로 구성된 사면은 보다 급하게 나타났다. 중단면 형태에 있어서도 애추에서는 전체가 오목한 사면인데 대하여 암피류의 경우는 중앙부가 약간 볼록한 사면이 나타나고 말단부에서 다시 오목한 사면으로 되는 경향을 보인다. 뿐만아니라 지형면상에 많은 와지가 나타나고 있는데 이것은 앞에서 언급한 것과 같이 아랫쪽을 충전하고 있던 세립물질들이 유수에 의하여 제거되면서 그 위의 암설들이 함몰하여 생긴 것으로 본다.

(3) 형성 및 조정활동

장기간의 풍화로 변색되었거나 식생 및 이끼류로 피복된 암설은 현재는 활동을 계속하지 않고 사지형화 되었다는 증거로 볼 수 있다. 반면에 암설이 신선하고 암설에 의하여 나무가 부러져 있는 현상 등은 현재도 활동하고 있다는 증거이다. 이에 의하면 원당지역은 현재도 애추가 형성되고 있으며 얼음골①은 부분적으로 암설이 추가되고 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나 나머지 애추는 대부분이 사지형화된 것으로 볼 수 있는 증거들만이 나타났다. 일반적으로 활발하게 형성되고 있는 애추는 볼록한 사면을 형성하고 있으나 형성이 중지되고 말단부에서 이차적으로 암설이 빠져나가고 조정될 때에는 오목한 사면으로 바뀌어진다(Statham, 1973). 이 같은 관점에서 볼 때 사례조사한 애추의 대부분은 후자의 경우에 해당된다고 볼 수 있다. 세립질 암설이 거의 없는 것도 이와 같은 현상을 설명하는 유리한 조건이 된다. 암피류의 경우는 암석포행이 주 형성양식이어서 이러한 이동은 발견하기가 어려웠다. 그러나 지형면상에 많은 와지가 형성되어 있는 것은 암석포행이 거의 중지상태에 있다는 증거이다.

6. 암설사면의 지형 발달

1) 형성시기

지형면의 편년 혹은 형성시기의 추정은 탄소연대측정과 같은 절대연대나 tephra와 같은 keybed 자료에 의하여 판단하는 방법과 주변환경을 식물의 피복정도, 퇴적물의 풍화정도, 지형의 침

식, 재배열 등과 같은 것을 종합하여 추정하는 방법이 있다. 본 조사지역에는 탄소연대측정을 할 수 있는 목편이 보존되어 있지 않고 토탄도 형성되지 않으며 tephra의 분포도 보고된 바 없으므로 형성시기고찰은 후자의 방법에 의할 수밖에 없었다.

(1) 본 지역의 산지사면에는 표고 300~700m에 이르는 사면이 거의 암설사면으로 이루어져 있다. 700m 이상의 사면에서도 암설사면이 나타나기도 하지만 노암이 차지하는 비율도 높다. 표고 300m 이하에는 선상지, 하안단구 그리고 곡저충적평야가 계속되지만 암설사면은 표고 100m 이하 지역까지 넓게 확장되어 있는 곳도 많이 있다.

(2) 암설사면의 대부분은 식생으로 피복되어 있다. 현지조사에 의하면 노출된 암설사면보다도 식생으로 피복된 암설사면이 더 넓을 것으로 예상된다.

(3) 암설사면 주변의 식생분포는 현재도 노출 암설사면을 피복하고 있으며, 노암사면과 노출된 암설사면이 바로 연결된 것은 거의 없고 노암사면 아래에는 반드시 약간의 식생피복이 되어 있고, 그 말단부에 암설사면이 노출되어 있다. 노출된 암설사면의 측방과 하부에는 암설이 수목을 넘어뜨려 묻힌 형태는 볼 수 없으며, 오히려 식생들이 암설사면을 점점 피복해 가는 현상을 보인다.

(4) 대부분의 암설은 풍화를 받아 변색되고 있으나 일부는 신선한 암설로, 또는 약간 신선한 것이 부가되어 있기도 한다. 변색이 심한 것은 돌이끼 같은 것이 암설에 부착된 채, 2차적으로 붕괴되기도 한 것으로 보아 이 암설들이 현재 위치로의 이동은 오래된 것임을 알 수 있다.

(5) 애추의 중단형태가 오목한 사면을 이루고 있다. 활성적인 애추는 볼록한 사면을 이루는 것이 일반적이나 오랫동안 활동이 중지되고 하류부에서 세립질이 빠져 나가고 부분적으로 함몰되는 경우가 발생하면서 점차 오목한 사면으로 바뀌어진 것으로 본다.

이상 본 연구지역의 특성을 종합해 보면 암설

사면의 대부분은 현재 활발하게 형성되는 지형이 아니고 과거에 형성되었던 지형이 장기간의 침식기간을 거치면서 식물이 피복되고 암설이 풍화·변색되어 현재의 상태에 이른 것으로 판단된다. 그러나 원당애추 같은 것은 현재에도 활성적인 애추가 소규모로 형성되는 것도 있으며 얼음골①에서 처럼 부분적으로 암설이 추가로 공급되는 것도 있다.

결론적으로 본 조사지역 암설사면의 주 형성시기는 과거의 어느 시기였다고 볼 수 있으며 현재는 소규모의 활동이 추가되고 있는 정도라고 할 수 있다. 여기에서 그 형성시기를 최종빙기로 판단할 수 있는 근거는 노암사면에서 암설이 활발하게 생성되는 이유에는 동결 및 용해작용이 가장 효과적이다. 특히 지진이나 화산활동이 많지 않은 한반도에서는 더욱 그러하고 생성면 암설도 각력이 대부분이므로 서릿발의 작용에 의한 암설로 보는 것이 가장 유력하다. 이상과 같은 관점에서 볼 때 본 지역 암설사면의 주형성시기는 빙기일 것으로 추정할 수 있다. 그리고 남명리 일대에는 현 하상과 비교 5~8m 정도에 하안단구가 형성되어 있고, 이들 하안단구의 원력위에 2~4m 두께의 애추성 암설의 퇴적이 여러 곳에서 발견된다. 어떤 곳에는 상부에 애추성 각력이 소량 혼재되어 있고 그 위를 각력층이 덮고 있는 곳도 있다. 따라서 애추성 암설의 퇴적은 그 아래쪽 하안단구의 형성 말기 혹은 그 이후일 것으로 본다. 이들 하안단구를 장호(1986)의 우리나라 산간분지의 단구분류와 대비하면 저위 1면 내지 저위 2면과 대비된다. 장호는 저위 1면, 저위 2면단구의 형성시기를 각각 early würm과 late würm으로 보고 있다. 이를 근거로 본 조사지역 암설사면의 형성시기를 추정하던 최종빙기중인 것으로 볼 수 있다.

2) 지형진화

본 장은 애추와 암괴류지형의 지형변화단계를 고찰해 본 것이다.

애추는 암석낙하에 의한 애추의 형성시기와 암석낙하의 둔화 혹은 중지된 상태에서 이미 형성된 애추가 조정되는 시기로 나눌 수 있다. 형

성시기는 서술한 바와 같이 최종빙기로 보며 노암사면이 서릿발의 작용에 의해서 많은 암설을 생성하고 이들이 낙하하여 불룩한 사면의 애추를 형성하였으며 그 퇴적물에는 세립질도 많이 포함되었을 것으로 예상된다. 조정기는 후빙기이며 암석낙하가 둔화되고 중지되기도 하여 노출된 암설사면은 식생으로 차츰 피복되어 가고 있다. 애추사면에 있던 세립물질들은 암설들의 틈 사이로 빠져 내렸거나 유수에 의하여 씻겨 내려갔고 그 빈자리에는 주변의 암설들이 침하하여 원사면경사는 감소하여 오목한 종단면으로 변했다고 보며 주변의 암설들은 변색되거나 2차적인 붕괴가 일어나고 있었다.

암괴류의 진화는 암괴의 생성기와 암괴류지형의 형성기 그리고 암괴류의 조정기 등 3시기로 구분할 수 있다. 불력의 생성기는 화강섬록암지대나 유문암, 안산암지대에서 서로 다른 과정을 거친 것으로 본다. 즉, 화강섬록암지대에는 멀리 제 3기까지 가깝게는 제 4기의 간빙기중에 심층풍화를 받은 것으로 보며 심층풍화된 곳에는 핵석이 많이 생성되어 있었다. 이와 같이 구상풍화를 받은 지역이 유수에 의하여 saprolite가 제거되면 핵석이 표면에 노출되게 되고 이것이 암괴류를 형성하는 암괴의 공급원이 된 것으로 본다. 그 예로 만어산암괴류의 상부에 5m 정도의 화강섬록암의 심층풍화노두가 관찰된다. 반면에 안산암지대나 유문암지대에는 애추사면이 암괴류의 상부에 분포하고 있어서 이들이 암괴류의 암설공급원이 된다. 따라서 이와 같은 지대에는 반드시 암괴류상부에 애추가 분포하고 있다.

암괴류의 형성시기는 역시 최종빙기로 가정할 수 있다. 그 형성작용은 frost heaving, thermal creep, viscous flow 등을 들 수 있다. 이 중에서 thermal creep이나 viscous flow는 현재도 빙기와 같은 조건이나, frost heaving에 의한 포행은 빙기에 보다 왕성하였던 것으로 본다. 후술하는 바와 같이 현재는 조정기에 있는 것으로 볼 때 암괴류의 활동기는 역시 최종빙기로 보는 것이 타당할 것 같다.

암괴류지형의 조정기도 후빙기로 추정되며, 후

태백산맥 남부산지의 암설사면지형

빙기에는 암석포행이 둔화되기도 하고 중지되기도 하였으며 암설들 사이의 세립물질이 유수에 의하여 제거되면서 곳곳에 함몰와지를 형성한 시기이다.

3) 산지사면의 배열유형

산지의 지형은 여러 종류의 사면이 조합되어 전체의 지형을 형성한다. 본 조사지역에서 사면의 종류를 고지에서 저지로 이행하면서 대별해 보면 다음과 같다.

(1) 고위凸형사면 : 사자평을 중심으로 한 일대와 신불산, 정각산, 천태산의 정상부에 형성되어 있다. 이들은 표고 600~1,000m에 이르는 고도에 파랑상의 완만한 기복을 가진 평탄면으로 일반적으로 용기준평원으로 보고 있다.

(2) 노암사면 : 지형면상에는 퇴적물이 전혀 발견되지 않고 거의 식생이 없는 노암상태이며 대부분이 경사 45° 이상이며 수직에 가까운 것도 있다.

(3) 애추사면 : 암석낙하에 의하여 형성된 암설사면으로 경사 6~30°이며 역시 피복된 것과 노출된 것이 있다.

(5) 층적면 : 하천에 의해 운반·퇴적된 지형으로 선상지, 하안단구 그리고 층적저지로 되어 있으며 곡저에 분포하고 대개 경지로 이용되고 있다.

이처럼 본 연구지역의 산지사면은 곡저에서 산정부에 이르기까지 이들 다섯가지의 사면지형이 모두 나타나는 경우도 있고 여러가지 사면지형이 조합되어 나타나기도 한다. 이들의 조합형태를 6가지로 나누어 살펴보면 다음과 같다(그림 3).

- Type 1 : 고위凸형사면—노암사면—애추—암괴류—층적면
- Type 2 : 고위凸형사면—노암사면—애추—층적면
- Type 3 : 노암사면—애추—암괴류—층적면
- Type 4 : 노암사면—애추—층적면
- Type 5 : 애추—층적면
- Type 6 : 암괴류—층적면

이상의 6가지 배열유형 중에서 type 4형태를 기본유형으로 볼 수 있다. 특히 지형적으로 곡

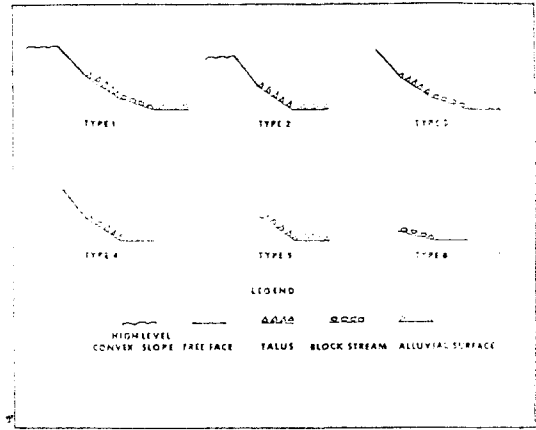


그림 3. 산지사면의 배열유형

을 가운데 끼고 있는 곳에서는 type 3의 형태가 많이 나타난다. type 5와 type 6의 형태는 원래는 노암사면이 있었으나 사면발달이 계속되어 애추 혹은 암괴류 사면이 노암사면을 완전히 묻어버린 것으로 판단된다. 또한 type 6의 사면은 화강암류가 심층풍화를 받는 곳에 형성되어지는 특수한 것으로 생각된다.

7. 결 론

본 연구는 암설사면지형이 잘 발달하고 다양하게 분포하며 산지사면 배열유형이 모식적으로 나타나는 운문산, 천황산, 신불산 그리고 만어산 등으로 이루어져 있는 태백산맥의 남부산지를 대상으로 항공사진판독과 도상계측 및 현지조사를 통하여 노출암설사면의 분포, 형태 및 퇴적물의 특성을 분석하고 사면의 지형적 배열과 지형발달을 연구한 것으로 그 결과는 다음과 같다.

1) 분포적 특성을 보면 애추는 기반암이 경암이거나 층상구조 및 질리가 잘 발달된 지질에서는 높은 밀도를 보였다. 그 중 수성퇴적암과 혼펠스에서 가장 높았고 다음이 유문암질이며, 관입암류지질에서 가장 낮게 나타났다. 분포고도는 최고 1,000m, 최저 100m 이하까지도 나타났지만 표고 301~500m 구간에서 가장 높은 밀도를 보였고 사면의 방향성은 남사면쪽이 그 분포가 약간 우세하였다.

암피류는 관입암류지질중 단층선이 인접한 화강섬록암지역인 만어산 일대에서 가장 높은 밀도를 보였다.

2) 형태적 특성은 애추의 경우 설상이 전체 애추의 83.3%로 가장 많이 나타났다. 평균길이는 99m이며 그 중 혼펠스지질과 화강섬록암지질에서 길게 나타났다. 즉 전자는 주로 급애를 형성하고, 후자는 원력을 생성하므로 길게 형성된다. 지형면경사는 대체로 20~45°범위까지 나타나지만 높은 빈도를 보이는 구간은 26~30°구간이었다. 즉, 원형도가 높은 암설을 생성시키는 관입암지대에서 지형면의 경사가 상대적으로 완만했다. 사면의 형태는 오목한 사면을 보였으나 하류부에서는 재이동하여 조정된 것으로 보인다.

암피류는 설상이 전체의 79.6%를 차지하여 가장 많았다. 평균길이는 145m이며 최대는 1km에 달하는 것도 있었다. 특히 화강섬록암지질에서 길게 나타났다. 지형면경사는 6~30°범위에 나타나고 16~20°구간의 것이 가장 높은 빈도를 보였다. 특히 유천층군지질에서 상대적으로 급한 경사를 보였고 관입암류지질에서 완만한 경사를 보였다. 평균경사는 19°로 애추에 비해서 훨씬 완만한 경사를 나타 내었다. 사면형태는 하류부와 상류부는 오목한 형이나 중간에 약간의 볼록한 구조를 나타내기도 한다. 또한 지형면상에 함몰와지가 형성되는 것으로 보아 조정작용을 받고 있는 것으로 생각된다.

3) 퇴적물의 특성중 암설의 평균입경은 애추가 암피류보다 작게 나타난다. 지질별로는 절리 밀도가 낮은 화강암지역에서 그 입경이 가장 크며 안산암, 유문암순으로 나타났다. 구성암설은 대부분이 각력이었고 관입암지대에서는 아각력 정도로 나타났다. 한 지형면에서의 종적 입경변화의 경우 말단부로 갈수록 입경이 커지는 경향을 보이기도 하며 무질서한 것도 있었고 횡적으로는 측방의 것이 중앙부의 것보다 입경이 큰 경우가 많았다. 암설의 장축방향이 지형면의 최대 경사방향과 일치하는 방향성은 조사지역 6지점 중 2지점에서 볼 수 있었고 특히 말단부에서 두드러져 그것은 재이동이 있었음을 보여준다.

구성암설은 대부분 풍화로 인하여 변색되었고 그 자리에서 2차적 붕괴를 일으키는 것이 많았다. 그러나 어떤 것은 신선한 암설로 구성되어 있기도 하고, 신선한 암설이 일부 첨가된 것도 있었다.

암피류는 암설의 평균입경이 애추에 비해서 상대적으로 크게 나타났으며, 화강섬록암에서 가장 크게 나타났다. 구성암설은 아각력이 대부분이며, 아각력을 일부 포함하는 형태로 애추보다 원형도가 크게 나타났다. 한 지형면에서 구성암설 입경의 종적인 분급은 양호한 경우가 있는가 하면 불량한 것도 있고 횡적 입경변화는 중앙부가 측방보다 입경이 큰 경향을 보였다. 암설의 장축방향성은 상당히 방향성을 갖고 있는 것도 있고 그렇지 않은 것도 있다. 그 중 후자는 지형면상의 함몰로 그 방향성이 상실된 것으로 본다. 암설은 대부분이 풍화로 변색되었고 그 자리에서 2차적 붕괴를 일으킨 것이 많았다.

4) 암설사면지형의 지형발달을 요약하고 그 배열을 유형화하면 다음과 같다.

암설사면지형 중 애추는 암석낙하에 의한 형성기(최종빙기)와 2차적인 영역에 의한 조정기(후빙기)로 구분할 수 있다. 암피류는 불력의 생성기(제 3기 또는 제 4기의 간빙기), 암피류지형의 형성기(최종빙기), 암피류의 조정기(후빙기)로 구분할 수 있었다.

본 연구지역의 산지사면 배열유형은 다음과 같이 6가지 유형으로 분류되었다.

type 1 : 고위凸형사면—노암사면—애추—암피류—총적면

type 2 : 고위凸형사면—노암사면—애추—총적면

type 3 : 노암사면—애추—암피류—총적면

type 4 : 노암사면—애추—총적면

type 5 : 애추—총적면

type 6 : 암피류—총적면

이상의 6가지 산지사면의 배열유형 중에서 가장 많이 나타나는 type 4의 형태가 기본유형으로 생각되며 다른 유형들은 이 기본유형에서 변형된 것으로 본다.

(投稿 : 1993년 5월 19일)

본 논문은 경북대학교에 제출한 필자의 박사학위논문을 요약·정리한 것이다. 그간 성심껏 지도하여 주신 김우관 은사님께 감사드립니다.

文 獻

- 康勝三, 1976, “扇狀地 地形과 三角洲, 山麓緩斜面, 崖錐에 대하여”, 淸州大學論文集, 9, 433-447.
- 權純植, 1977, 東萊 金井山麓의 Solifluction堆積物에 關한 研究, 서울大 大學院 碩士學位論文.
- _____, 1978, “釜山市 梵魚寺 周邊의 Block Field에 關하여”, 地理學論叢, 5, 49-54.
- _____, 1988, “화강암 거력퇴적물에 關한 연구—경남 삼랑진 만어산 일대의 경우—”, 地理學論叢, 15, 29-44.
- 金道貞, 1969, “洪績世 水期の 原因에 對하여 : 特히 無氷의 北極海說과 氷期 및 間氷期の 交替原因說을 中心으로”, 地理學, 4, 8-16.
- _____, 1973, “韓國의 霜蝕의 類型”, 地理學, 8, 1-7.
- 金相昊, 1961, “韓國 中部地方의 地形發達”, 서울大學校論文集(理工系), 10, 111-123.
- 金又寬, 1973, “洛東江流域의 浸蝕研究(I)”, 慶北大論文集, 17, 45~65.
- _____, 1975, “地形災害”, 洛東地理, 創刊號, 18-24.
- _____, 1987, 地形學, 螢雪出版社, 서울.
- 金又寬·田迎權, 1988, “氣候地形學의 研究動向—Pediment와 周水河地形을 中心으로”, 地理學論究, 9, 1-16.
- 金鍾煥·姜必鍾·朴正雄, 1976, “LANDSAT—1 映像에 의한 嶺南地域地質構造와 鑛床과의 關係研究”, 地質學會誌, 12(2), 79-89.
- 朴魯植, 1975, “韓國 Pediment地形의 研究成果에 關한 批評과 問題點”, 地域開發論文集, 6, 1-21.
- 朴湘記, 1989, 天皇山 一帶 山地地形의 計量的 分析, 慶北大 大學院 碩士學位論文.
- 尹錫元, 1988, 麟蹄郡 南面一帶의 崖錐(Talus)에 關한 研究”, 東國地理, 9, 1-24.
- 李正雨, 1988, “寧越舊河道의 Talus發達”, 地理學叢, 16, 1-10.
- 張載勳, 1964, 山麓緩斜面地形에 對한 研究, 서울大 大學院 碩士學位論文.
- 張 昊, 1983, “智異山地 主稜線東部(細石-帝釋峰)의 周水河地形”, 地理學, 27, 31-50.
- 田迎權, 1990, “岩屑斜面에 關한 研究動向 및 理論的 背景 : Talus · Block Stream · Block Field를 中心으로”, 地理學論究, 10·11合本號 竹坡洪淳完教授 停年退任記念號, 42-63.
- 鄭昌熙, 1988, 地質學概論, 博英社, 서울.
- 曹華龍, 1987, 韓國의 沖積平野, 教學研究社, 서울.
- 岡山俊雄, 1974, 日本の山地地形と氷河問題研究小史, 古今書院, 東京.
- 高橋伸幸, 1985, “大雪小忠別岳北西方の岩塊流”, 東北地理, 37(1), 16-28.
- _____, 1986, “札幌南西山地における3つの地すべりに關する¹⁴C年代”, 地理學評論, 59(2), 98-107.
- 高田將志, 1986, “三國山脈主稜線周邊の化石周水河性平滑斜面·化石雪蝕凹地”, 地理學評論, 59(12), 729-749.
- 多田文男, 1941, “朝鮮の地形”, 地理學評論, 17(6), 504-505.
- 多田文男 外 1人, 1970, “韓國でみられる岩塊流”, 東北地理, 22(3), 161-167.
- 多田文男, 1971, “朝鮮半島の地形研究史の一端”, 地理, 16(11), 22-27.
- 大矢雅彦, 1984, 地形分類の手法と展開, 古今書院, 東京.
- 渡邊直經 外 6人, 1977, 日本の第四紀研究 : その發展と現狀 東京大學出版會, 東京.
- 藤田和夫, 1983, 日本の山地形成論 : 地質學と地形學問蒼樹書房, 東京.
- 小林貞一, 1931, “朝鮮半島地形發達史と近生代地史との關係に就いての一考察(一)”, 地理學評論, 7(7), 523-550.
- 小嶋尙 外 3人, 1972, “關東山地の岩塊流”, 東北地理, 24(1), 50-56.
- 松本繁樹, 1970, “北上山地·姫神岳地域の岩塊

- 流”, 地理學評論, 43(2), 109-111.
- 市瀬由自, 1965, “岩塊流及びそれに関係する二、三の現象”, 資源研彙報, 64, 45-58.
- , 1970, “山地崩壊に関する氣候地形學的所見”, 地理學評論, 43(2), 97-99.
- 鈴木秀夫, 1962, “低位周水河現象の南限と最終氷期の氣候區界”, 地理學評論, 35(2), 15-24.
- 柳瀬訓, 1968, “山地の地形と山崩れ”, 地理, 13(4), 100-101.
- 柳町治, 1982, “木曾山脈・檜尾岳南西方の線狀凹地”, 地理學評論, 55(4), 258-273.
- 赤木祥彦, 1971, “韓國, 光州市付近の Pediment と岩塊流”, 東北地理, 23(2), 110-115.
- 田中正央, 1975, “丹澤山地の崩壊地における岩屑生産”, 地理學評論, 48(4), 261-274.
- 田中眞吾 外 6人, 1988, “兵庫縣中央部, 峰山高原の地形と岩塊流”, 地理學評論, 61(12), 857-871.
- 町田貞 外 2人, 1975, “足尾荒廢地における崖錐の形成プロセス”, 地理學評論, 48(11), 768-783.
- 清水長正, 1983, “秩父山地の化石周氷河斜面”, 地理學評論, 56(8), 521-534.
- 入木浩司, 1981, “山地に見られる少崖地形とその成因”, 地理學評論, 54(5), 272-280.
- Akagi, Y., 1971, Pediment and Block Stream in the Vicinity of Kwanju, Korea, *Ann. Tohoku Geog. Assoc.*, 23(2), 110-115.
- Andersson, J.G., 1906, Solifluction, a Component of Subaerial Denudation, *Jour. Geol.*, 14, 91-112.
- Andrew, J.T., 1961, The Development of Screees in the English Lake District and Central Québec-Labrador, *Can. Géogr. Québ.*, 10, 210-230.
- Jr Behre, C.H., 1933, Talus Behavior above Timber in the Rocky Mountains, *Jour. Geol.*, 41, 622-635.
- Bloom, A.L., 1969, *The Surface of the Earth*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Caine, N., 1963, Movement of Low Angle Scree Slopes in the Lake District, Northern, *Rev. Geomorph. Dyn.*, 14, 171-177.
- Caine, N., 1967, The Texture of Talus in Tasmania, *J. Sed. Petroleum.*, 35, 796-803.
- Caine, N. and Jennings, J.N., 1968, Some Blockstreams of the Toolong Range, Kosciusko State Park, New South Wales, *Journal and Proceeding Royal Society of New South Wales*, 101, 93-103.
- Chang, H., 1986, Geographic Development of Intermontane Basins in Korea, Dissertation of Doctor, Univ. of Tsukuba.
- Dahl, R., 1966, Block Fields, Weathering Pits and Tor-Like Forms in the Narvik Mountains, Nordland, Norway, *Geografiska Annaler*, 48A, 55-85.
- Denny, C.S., 1951, Pleistocene Frost Action near the Border of the Wisconsin Drift in Pennsylvania, *The Ohio Jour. Sci.*, 51(3), 116-125.
- Embleton, C. and King, C.A.M., 1968, *Glacial and Periglacial Geomorphology*, Robert Curningham and Sons, Ltd., London.
- Fisher, F.J.F., 1952, Observation on the Vegetation of Screees in Canterbury, New Zealand, *Jour. Ecol.*, 40, 156-167.
- Fitzpartrick, E.A., 1963, Deeply Weathered Rock in Scotland, Its Occurrence, Age, and Contribution to the Soils, *Jour. Soil Sci.*, 14(1), 33-43.
- Hack, J.T., 1960, Origin of Talus and Scree in Northern Virginia, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71, 1877-1878.
- Harris, C., 1981, Microstructures in Solifluction Sediments from South Wales and North Norway, *Biuletyn Peryglacjalny*, 28, 221-226.
- Imamura, S., 1963, A Study on Some Felsenmeer Found in West Chūgoku, Japan, *Geological Report, Hiroshima Univ.*, 12, 257-275.
- Jahn, A., 1967, Some Features of Mass Move-

- ment on Spitsbergen Slopes, *Geografiska Annaler*, 49, 213-225.
- Kesseli, J.E., 1941, Rock Streams in the Sierra Nevada, California, *Geogr. Rev.*, 31, 203-227.
- Klemm, P., 1918, Die Entstehung der Felsenmeere am Felsburg in Odenwald, *Notizbl. Ver. F. Erdkunde, Darmstadt*, 5, 3-11.
- Krumbein, W.C., 1941, Measurement and Geological Significance of Shape and Roundness of Sedimentary Particles, *Jour. Sed. Petrol.*, 11(2), 64-72.
- Matsumoto, S., 1962, Landforms of Accumulated Boulders Resembling Blockstream in Sanriku Village, Iwate Prefecture, *Geogr. Sciences*, 2, 34-39.
- Matsumoto, S., 1964, Landforms of Accumulated Boulders in the Abukuma and Kitakami Mountainlands, *Sci. Rep. Tohoku Univ. (7th Ser.)*, 13, 201-214.
- Matsumoto, S., 1971, Block Streams in the Kitakami Mountains: With Special Reference to the Himekamidake Area, *Sci. Rep. Tohoku Univ. (7th Ser.)*, 20(2), 221-235.
- Nishimura, K., 1965, Climato-genetic Geomorphology in Japan, *Sci. Rep. Tohoku Univ. (7th Ser.)*, 14, 1-10.
- Peltier, L.C., 1945, Block Fields in Pennsylvania, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 56, 1190-1195.
- Jr Potter, N. and Moss, J.H., 1968, Origin of the Blue Rock Field and Adjacent Deposits, Berks County, Pennsylvania, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 79, 255-262.
- Price, L.W., 1972, *The Periglacial Environment, Permafrost, and Man*, Association of American Geographers, Washington D.C.
- Rother, K., 1965, Ein Beitrag Zum Blockmeerproblem, *Zeit. Geomorph.*, 9, 321-333.
- Schott, C., 1931, Die Blockmeere in den Deutschen Mittelgebirgen, *Forsch zur Deutschen Landes und Volkskunde*, 29, 1-78.
- Schumm, S.A., 1967, Rates of Surficial Rock Creep on Hillslopes in Western Colorado, *Science*, 155, 560-562.
- Smith, H.T.U., 1948, Periglacial Boulder Field in Northeastern Pennsylvania, *Bull. Geol. Soc. Am.* 59, 1352-1353.
- Smith, H.T.U., 1949, Periglacial Features in the Driftless Area of Southern Wisconsin, *Jour. Geol.* 57, 196-215.
- Smith, H.T.U., 1953, The Hickory Run Boulder Field, Carbon County, Pennsylvania, *Am. Jour. Sci.*, 251, 625-642.
- Statham, I., 1973, Scree Slope Development under Conditions of Surface Particle Movement, *The Institute of British of Geographers*, 59, 41-53.
- Strömquist, L., 1973, Geomorfologiska Studier ar Blockhavoch Blockfält: Norra Skandinavien, *Uppsala Universitet Naturgeografiska Institutionen Rapport*, 22, 1-161.
- Whitehouse, I.E. and McSaveney, M.J., 1983, Diachronous Talus Surfaces in the Southern Alps, New Zealand, and Their Implication to Talus Accumulation, *Arctic and Alpine Research*, 15(1), 53-64.
- Williams, P.J., 1959, An Investigation into Processes Occurring in Solifluction, *Am. Jour. Science*, 257, 481-490.

The Study on the Debris Slope Landform in the Southern Taebaek Mountains

Young-Gweon Jeon*

Summary

The intent of this study is to analyze the characteristics of distribution, pattern, and deposits of the exposed debris slope landform by aerial photography interpretation, measurement on the topographical maps and field surveys in the southern part of Taebaek mountains. It also aims to research the arrangement types of mountain slope and the landform development of debris slopes in this area.

In conclusion, main observations can be summed up as follows.

1. The distribution characteristics

1) From the viewpoint of bedrocks, the distribution density of talus is high in case of the bedrock with high density of joints, sheeting structures and hard rocks, but that of the block stream is high in case of intrusive rocks with the talus line.

2) From the viewpoint of distribution altitude, talus is mainly distributed in the 301~500 meters part above the sea level, while the block stream is distributed in the 101~300 meters part.

3) From the viewpoint of slope orientation, the distribution density of talus on the slope facing the south(S, SE, SW) is a little higher than that of talus on the slope facing the north(N, NE, NW).

2. The Pattern Characteristics

1) The tongue-shaped type among the four

types is the most in number.

2) The average length of talus slope is 99 meters, especially that of talus composed of hornfels or granodiorite is longer. For the former is easy to make free face; the latter is easy to produce round stones. The average length of block stream slope is 145 meters, the longest of all is one km(granodiorite).

3) The gradient of talus slope is 20~45°, most of them 26~30°; but talus composed of intrusive rocks is gentle.

4) The slope pattern of talus shows concave slope, which means readjustment of constituent debris. Some of the block stream slope patterns show concave slope at the upper slope and the lower slope, but convex slope at the middle slope; others have uneven slope.

3. The deposit characteristics

1) The average length of constituent debris is 48~172 centimeters in diameter, the sorting of debris is not bad without matrix. That of block stream is longer than that of talus; this difference of debris average diameter is fundamentally caused by joint space of bedrocks.

2) The shape of constituent debris in talus is mainly angular, but that of the debris composed of intrusive rocks is sub-angular. The shape of constituent debris in block stream is mainly sub-round.

3) In case of talus, debris diameter is generally increasing with downward slope, but some of them are disordered and the debris diameter of

* Lecturer, College of Social Sciences, Kyungpook National University

the sides are larger than that of the middle part on a landform surface. In block stream, debris diameter variation is perpendicularly disordered, and the debris diameter of the middle part is generally larger than that of the sides on a landform surface.

4) The long axis orientation of debris is a not bad at the lower part of the slope in talus (only 2 of 6 talus). In block stream(2 of 3), one is good in sorting; another is not bad. The researcher thinks that the latter was caused by the collapse of constituent debris.

5) Most debris were weathered and some are secondly weathered *in situ*, but talus composed of fresh debris is developing.

4. The landform development of debris slopes and the arrangement types of the mountain slope

1) The formation and development period of talus is divided into two periods. The first period is formation period of talus(the last glacial period), the second period is adjustment period (postglacial age). And that of block stream is divided into three periods: the first period is

production period of blocks(tertiary, interglacial period), the second formation period of block stream(the last glacial period), and the third adjustment period of block stream(postglacial age).

2) The arrangement types of mountain slope are divided into six types in this research area, which are as follows.

Type I : high level convex slope—free face—talus—block stream—alluvial surface

Type II : high level convex slope—free face—talus—alluvial surface

Type III : free face—talus—block stream—alluvial surface

Type IV : free face—talus—alluvial surface

Type V : talus—alluvial surface

Type VI : block stream—alluvial surface

Particularly, type IV is basic type of all; others are modified ones.

Key Words: debris slope landform, talus, block stream, the southern Taebak mountains, landform development