

백두산 화산활동이 량강도자연지리요소에 준영향

연변대학 동북아지리연구소

유충걸

요약문

량강도 북부지역에서는 지질시대로부터 현대에 이르기까지 여러차례의 화산활동이 있어 자연경관을 훼손,복구하였다. 특히 갱신세에 분출된 현무암용암,백두산 소백산에서의 알카리성조면암의 발생,800 여년전에 분출한 부석은 원래의 자연경관을 훼손,매몰하고 새로운 자연경관을 형성하기 시작하였다.

자연경관 형성에서 지질,지형,기후,식생,토양 등 요소들이 종합적으로 작용하나 그 중에서도 화산활동을 위주한 지질작용이 주되는 인자로 되었다.즉 용암의 분출에 의하여 본 지구의 지형을 1600m 높여 기후,식생,토양의 산지수직지대성을 형성하였고 강,호수의 형성도 식생,토양의 특성도 화산활동의 제한을 받았다.

모두어 말하면 본 지역의 자연경관은 800 여년 역사를 갖고 지금도 발전,성숙과정에 있다.

본 문에서는 백두산과 가까이 자리잡고 있는 량강도의 삼지연군, 대흥단군, 백암군, 보천군, 운훈군, 갑산군과 함경북도의 무산군, 연사군, 여량군, 길주군의 일부지역 및 함경남도의 단천서북부가 포함된다. 지리위치로 보면 동경 128 도 16 분으로부터 동경 130 도 02 분까지이고 북위 42 도 10 분부터 북위 41 도 좌우이다.

1. 백두산화산활동

1)화산활동이 일어날수 있는 기초

이 지역은 중생대때 외적영력작용에 의하여 침식,퇴적되어 준평원으로 되었으나 제 3 기초에 이르러 심부단열대가 형성되었다. 그중에서 규모가 큰 심부단열대로서는 다음과 같다.

북동향단열대

여기에포함되는것으로서는장백—삼합—훈춘—마적달 단열대 백두산단열함몰대

동서향 단열대

여기에는 소영자—광평단열대

북서향단열대

길주—백두산, 영벽산단열대

상술한 단열대중에서 장백산 단열대,소영자—광평단열대와 길주—백두산단열대는 백두산부근에서 교차되어 활동력이 아주 강한 화산활동의 중심을 이루었다.

(그림 1 백두산화산암구 신생대 단열도)

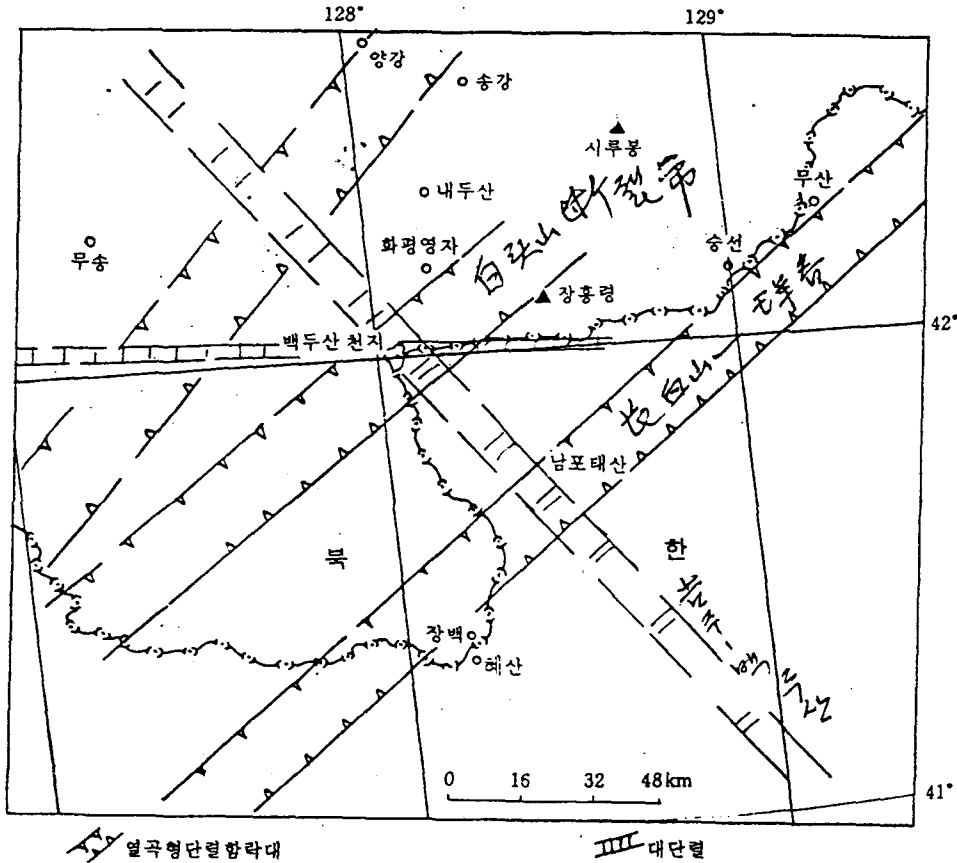


그림 1 백두산화산암구 신생대 단열대

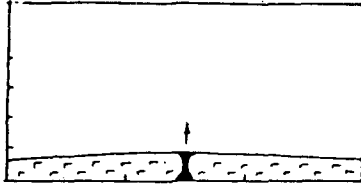
1) 주요한 화산활동

(1) 단천암군

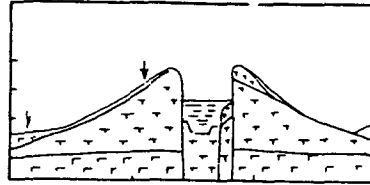
중생대유라기말에중국,조선북부에서조산운동 (중국에서는 연산운동이라고함)이 있어 북운모화강암,흑운모화강암을 형성하였다.주요한 분포지구로서는 함경북도와 량강도동부 및 갑산군지대이다.

(2) 보천통현무암 2.43 Ma

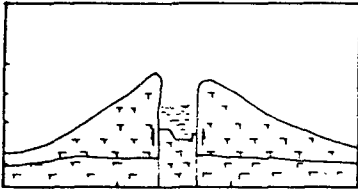
본 층은 중국구역의 군항산현무암 (2.6 Ma)에 해당된다.중생대말에 백두산지구는 오래동안의 침식퇴적작용에 의하여 이미 준평원화 되었다.이때 히말라야 조산운동으로 백두산지구에서는 아주 크고 긴 열곡이 생겼고 중심식분출과 결합되어 대량의 현무암분출이 있었다. 분포지역은 량강도의 서북부와 함경북도서북부인데 그 면적은 5350 km² 에 달한다. 중국에서는 백두산북부인 안도현과 화룡현 남부에 분포되었다.



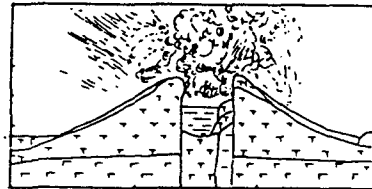
1. 약 260만년전 현무암 열극분출
순상대지 형성



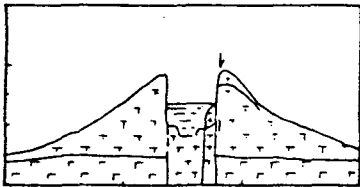
5. 현세에 현무암 분출



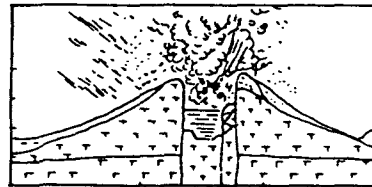
2. 55~21만년전 조면암 분출.
화산체형성 화구중심이 합몰
천지형성



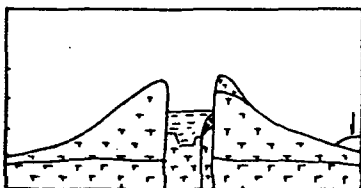
6. 현세에 팔괘묘부근과 백두산 북쪽
등지대 화산분출, 용회각력암,
탄산염화조면암 형성 팔괘묘대지와
부천석이 형성.



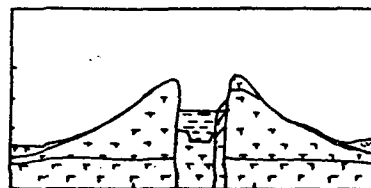
3. 8만 7천년전 샷갯봉. 천지가상
장북쪽 등에 후요암. 조면암형성.
샷갯봉 서쪽이 합몰



7. 기원 1413년. 1597년. 1668년.
1702년 1900년에 화산폭발



4. 1만년전 백두산은 빙하에 덮였다.
빙식 빙적 지형형성.



8. 화산폭발후 외력의 침식에 의해
산체에 피적되었던 화산회, 부석
은 운반하여 그 두께가 매우
얇아졌다.

粗面岩
 玄武岩
 黑曜岩
 粗面岩
 水積層
 火山碎屑
 凝灰角礫岩, 炭酸塩化粗面岩

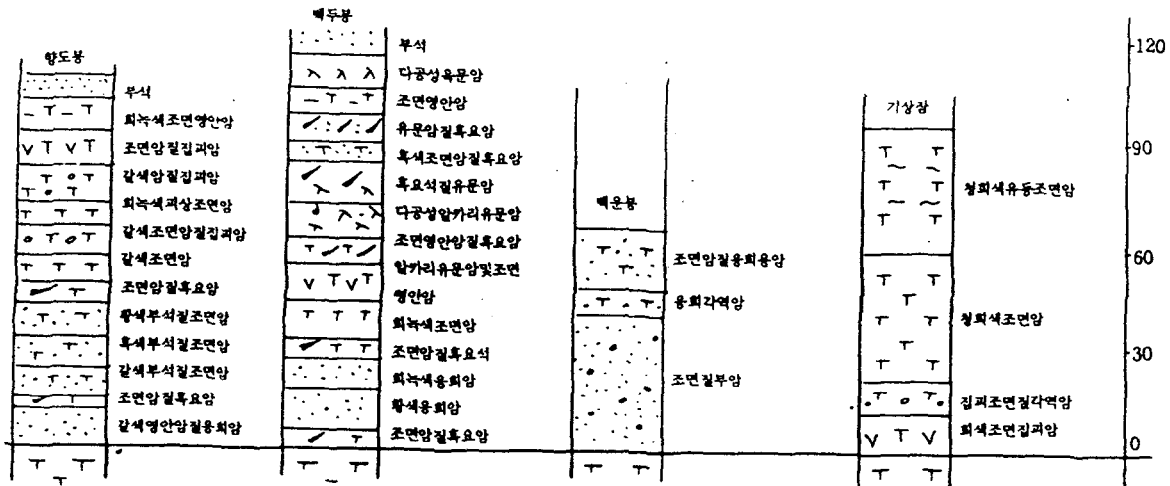
그림 2 백두산 형성도(샷갯봉을 지나는 동서 단면)

(3) 백두산동

중푸라이스토세에 백두산에서는 화산활동이 매우 격렬하게 일어나 백두산화산체를 이루었다. 백두산의 형성과정 (그림 2) 지질층서를 보면

조선	중국	지질연대
부석층	화평영자조	1120.1167
장군봉층	기상장조	0.087~0.05Ma
천지층	기상장조	
대평층현무암	광평현무암	0.065 Ma
북포태산층	백두산조 상단	0.210±0.004Ma
복선령층	백두산조 중단	0.442±0.15Ma
푸른봉층	백두산조 하단	0.551±0.024Ma

백두산화산활동의 분화구를 보면 초기는 중심식과 열극식, 중기는 중심식, 후기는 분출구가 여러 곳인것으로 짐작된다. 그 이유는 백두산 주봉들의 수직단면이 서로 다르기 때문이다. (그림 3 백두산주봉들의 수직단면도)

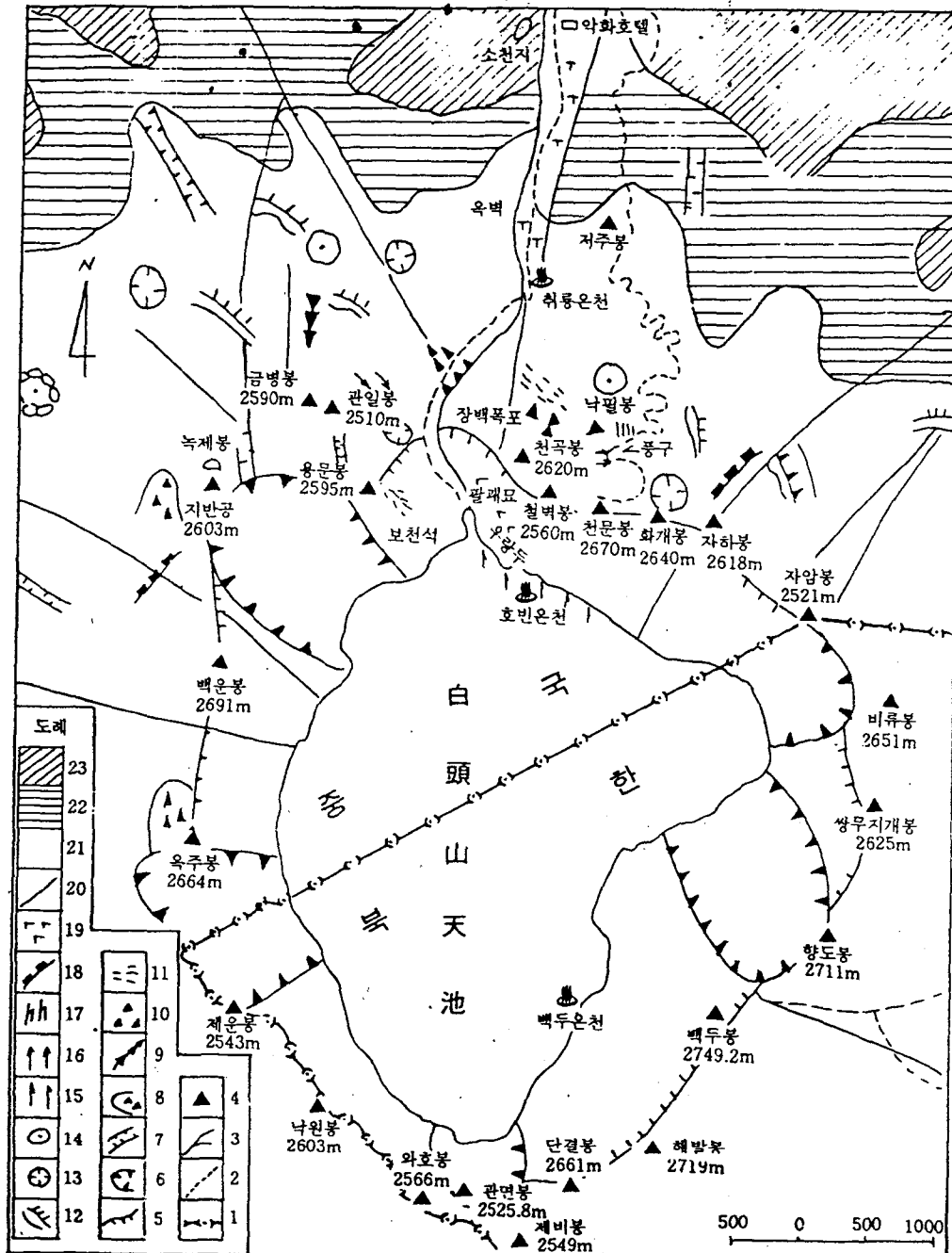


(그림 1-26) 백두산 주봉들의 수직단면도

2. 화산활동이 지형형성에서의 작용

1) 백두산지역에서 일어난 화산활동은 화산추체와 칼데라호를 형성하였다.

화산추체는 해발 1700 미터이상에 있는데 장군봉 (2479.2 m), 향도봉 (2711m), 해발봉 (2719 m), 천문봉 (2670 m), 백운봉 (2691 m), 옥주봉 (2664 m) 등 24 개 봉우리가 있다. (그림 4).



· 설명 1. 국계 2. 도로 3. 하천 4. 산봉 5. 산척 6. 카르 7. "U"형곡 8. 삼식곡 8. 석해 9. 석하 10. 도석퇴
 11. 석릉, 니석류 12. 초피운동 13. 설식저지 14. 초근토한 15. 호식지모 16. 풍식지모 17. 가카르스트
 18. 용암단구 19. 용암대지 20. 구조지모 21. 강렬한동풍화설식구 22. 파도대 23. 용동니류구

(그림 1-33) 백두산 지형 유형도

백두산천지의 해발고도는 2189m (북한 자료는 2190.5m)이고 천지의 최대수심은 384m로서 백두봉 꼭대기와 940m 차이가 난다. 천지의 동서길이는 3.55 km, 남북길이는 4.64 km, 둘레는 14 km, 면적은 9.15 km² 이고 평균수심은 213.3 m이다.

2) 백두용암대지

조선북쪽에 광활하게 분포된 용암대지는 백두화산활동의 첫시기에 북서—남동방향의 큰 열하를 통로로하여 유출한 막대한 량의 용암이 주변으로 흐르면서 냉각되적된 화산대지이다. 이 시기에 유출된 용암은 대부분이 염기성용암인 현무암이다. 백두용암대지의 동쪽은 서두수하곡이고 남쪽은 두류화산이남이고 서쪽은 허천강곡지에 이른다. 이 용암대지는 백두화산을 중심으로 동서방향으로 180 km, 북남방향으로 130 km 이다. 용암대지의 동쪽변두리인 무산일대의 해발고도는 1000m, 남북변두리인 해산일대에서는 1010~1020m 이다. (그림 5)

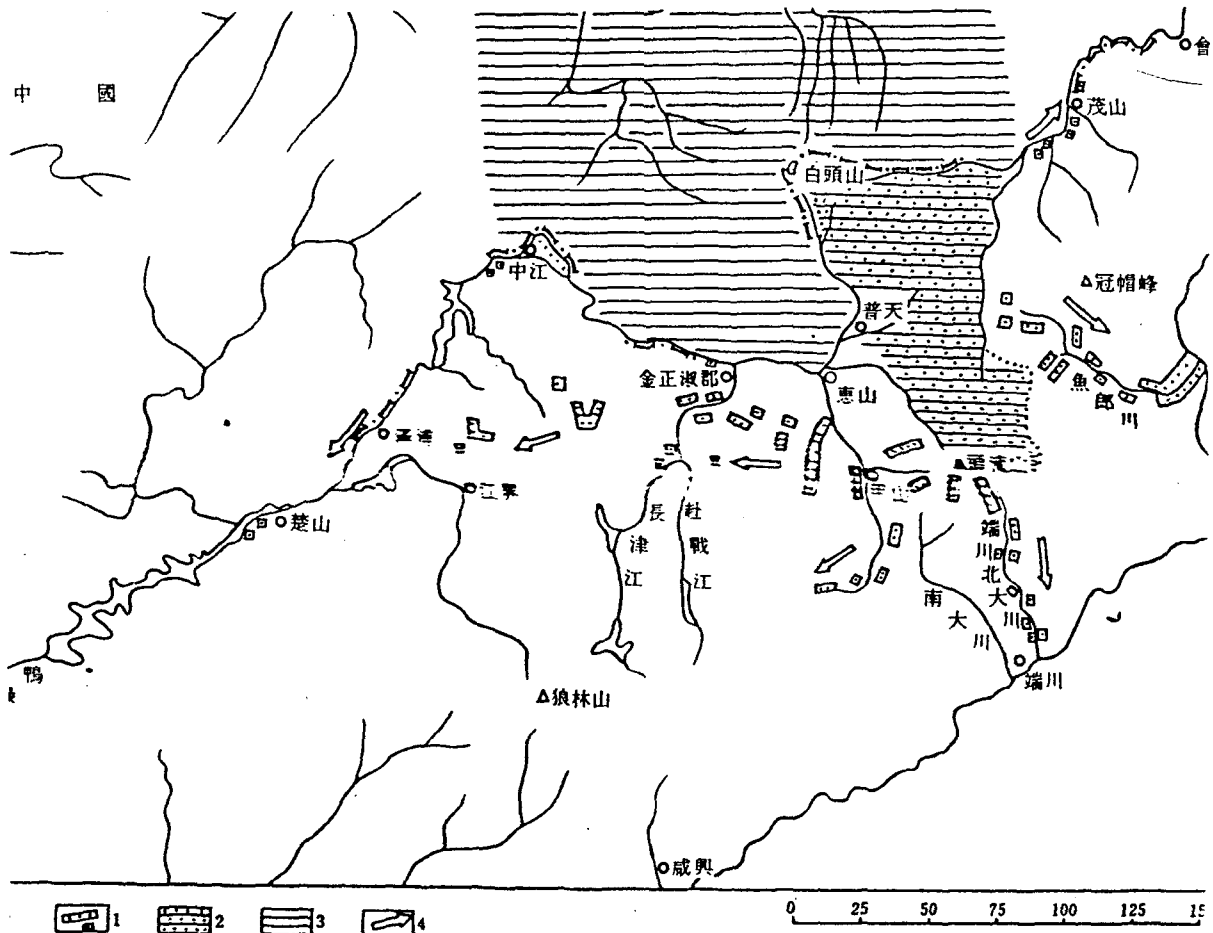


그림 5 백두용암대지
 1. 용암탁상지 2. 용암대지 3. 용암대지(중국측) 4. 용암류

3)소백수분하구에서도 분출이 있은후 분화구가 내려앉아 칼데라를 형성하였는데 길쭉한 타원형으로서 장축의 길이는 4 km 정도이고 단축의 길이는 2 km 정도이다. 외륜산에는 정일봉, 소백산(1217m), 간백산(2162m),사자봉(2145m)등이 있는데 칼데라밑바닥과의 차이는 570m 에 달한다.

4)북쪽에 있는 북포태화산은 밀면의 직경이 14 km 이고 화산마루에는 길이 4.5 km ,너비 2.0 km 되는 화구분지가 있는데 해발고도는 1700 마터이고 외륜산중 가장 높은 북포태산의 해발고도는 2288m 이고 화구분지의 깊이는 600m 정도이다.

5)백두산의 주변에는 부속화산들이 있는데 이를테면 해발 2358m 인 대연지봉,해발 2114m 인 소연지봉,대각봉 (2121m),무두봉 (1930m)이 있다.

6)화산폭발과 부석의 퇴적

부석분출시기는 확정되지는 않았으나 조선과학원지리연구소의 ¹⁴C 측년법으로 부석에 묻혀있는 탄화목의 연대를 측정한데 의하면 990±40 년,820±30 년,680±40 년으로되어 이 년대값들을 부석이 분출한 시기로 본다. 분출된 수량은 대단히 많아 화구에서 가까운 지역의 부석두께는 20 여미터에 달하고 (표 1.2.3.4)날려가서 퇴적된 지구로서는 함경북도중부와 함경남도의 북부이며 지어는 일본해를 지나 태평양에까지 퇴적되었다.(그림 6)

表一 天池火山空降堆积浮石粒度、厚度和距离变化数

特征要素	地点	天文峰	双目峰	园池	赤峰	广坪
距天池距离 (km)		1	17	29	31	60
浮石厚度 (km)		72	0.77	0.66~0.8	0.78	0.1~0.2
浮石粒度 (km)		5~60	8	2~4	3.5~1.5	0.2~0.3

表二 白头山—清津方向浮石厚度变化

地点	无头峰	新茂城	茂浦	延社	富润
距天池距离	12.6	22.7	40.9	113.7	159.3
浮石厚度 (m)	10~15	8~9	1.0~2.5	0.4~0.7	0.1~0.4

表三 白头山—惠山方向浮石厚度变化表

地点	新茂城	三池渊	金星明水	普天	剑山洞
距天池距离	22.7	30.5	31.5	58.8	66.8
浮石厚度 (m)	8~9	2~7	0.5~1.5	0.2~0.6	0.1~0.05

表 4 浮石의南北方向厚度变化

地 点	圆 池	茂 峰	三 池 渊	普 天	剑山洞
浮石厚度(m)	0.66 ~ 0.8	1.0 ~ 2.5	2 ~ 7	0.2 ~ 0.6	0.1 ~ 0.05

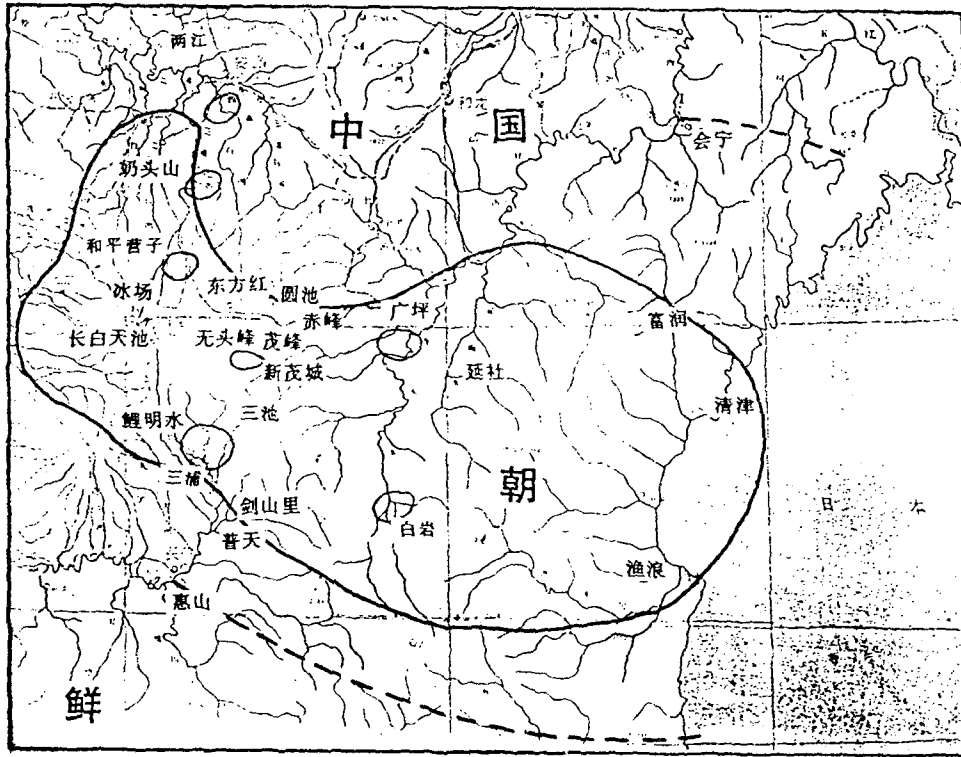


그림 6. 부석분포도

7)소화산이 많다.

백두산지역에는 백두산,소백산,포태산,누른봉, 남설령 등 비교적 큰 화산분출구가 있는외에 작은 분화구가 385 개가 있다.분화구의 구조를 보면 함몰화산분화구, 성층화산분화구, 화산봉우리분화구 등 다종다양하나 그 중에서 가장 많은것은 성층화산분화구다.

총적으로 말하면 백두산일대의 화산활동중 ①현무암의 분출은 광활한 용암대지를 형성하고 해발높이를 약 600m 높여주었다. ②알카리성조면암의 분출에 의하여 해발높이가 약 1000m 높아졌으며 ③ 소화산의 분출에 의하여 해발고도도 높아졌지만

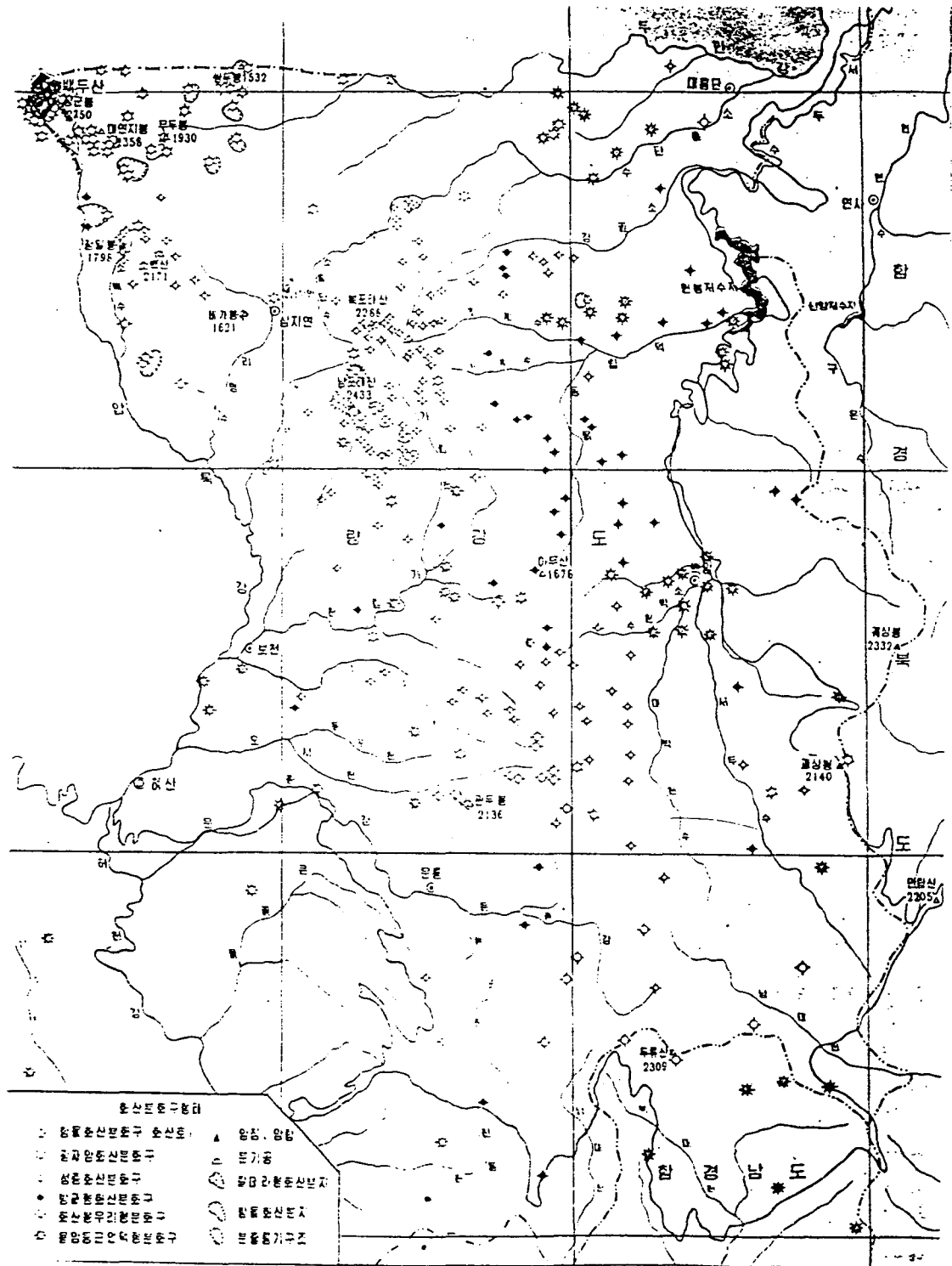


그림 7. 소화산분포도

지형면이 울퉁불퉁한 산악지대를 이루게 하였고 ④ 부석의 분출과 퇴적으로 하여 극지와 빙하지형이 파묻혀 평탄하게 되었다.

3. 화산활동이 기후에 준 영향

백두산지구에서의 화산활동은 지형면의 해발고도를 높여주었고 해발고도의 차이는 기후의 차이를 초래하였다. (표 5).

1) 기온

본 지구에서는 기온의 위도적 차이도 있지만 기온분포의 수직적 차이가 더 심하다. 해발높이에 따르는 기온체감률은 100m 에 년평균 0.6 도이지만 위도 10 분에 따르는 기온체감률은 년평균 0.26 °C이다.

기온의 월변화는 다른지구와 비슷하나 해발고도가 높을수록 낮은것이 특징이다. 화산추마다 낮은온도의 원형등온선으로 되어 있다. (그림 8).

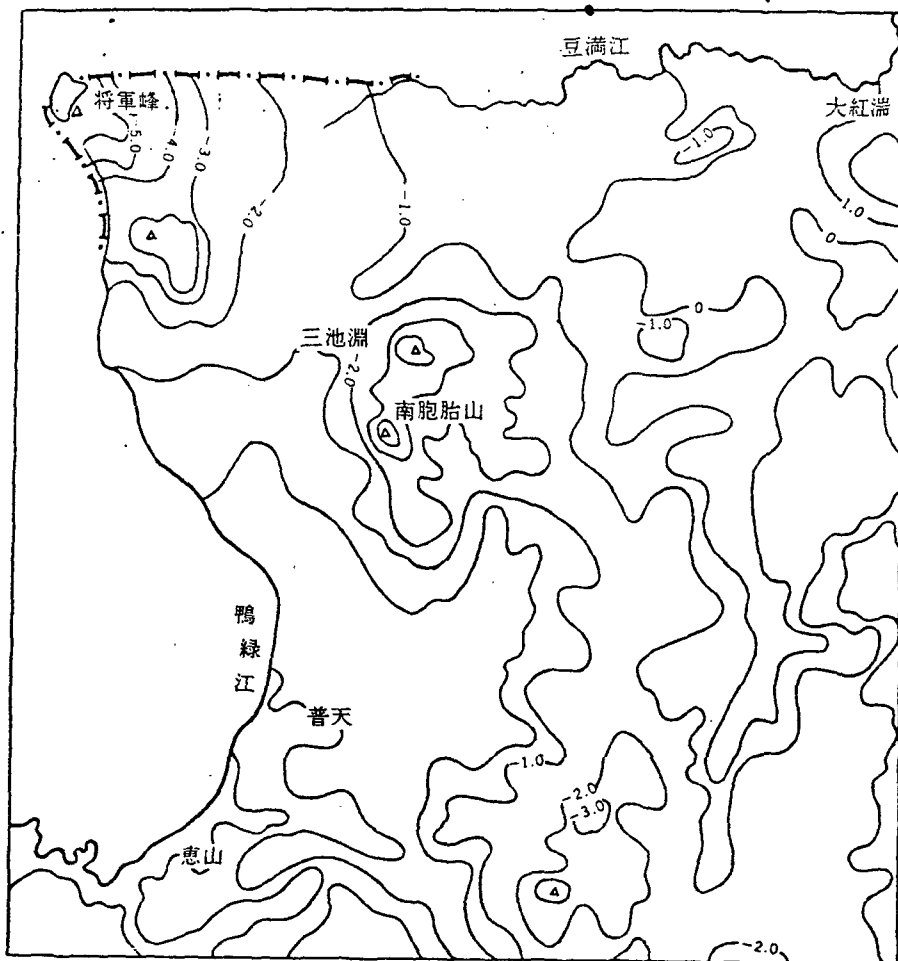


그림 8. 평균기온 분포도

표 5 기온 변화

地点 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	年较差
将军峰	-25	-21.5	-16.1	-7.5	-0.3	3.8	7.8	7.3	1.0	-6.7	14.9	-21.1	-7.5	32.8
三池源	-19.8	-16.5	-9.6	0.6	7.8	12.0	16.4	15.6	8.9	1.3	-7.5	-16.1	-0.6	36.2
大红湍	-18.5	-15.7	-7.0	3.4	9.7	13.9	17.8	17.0	10.2	2.9	-6.0	-15.2	1.0	36.3
惠山	-19.3	-14.5	-4.9	5.1	12.3	16.5	20.7	19.9	12.7	4.9	-4.9	-15.7	2.7	40.0
白岩区	-17.8	-14.9	-8.3	1.3	8.2	12.1	16.2	15.8	9.5	2.4	-6.3	-14.7	0.3	34.0

(표 6) $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 적산온도 분포

지점 항목	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 적산온도	지속일수
삼지연	1476	103
대흥단	1860	124
보천	2047	132
해산	2462	146
운흥	1955	127
백암	1522	107

(표 6)에서 볼수있는바 해산에서는 조속품종을 재배할수있고 기타지구에서는 극조속품종을 재배할수 있다.

(표 7) 극최고기온과 극최저기온

지점 항목	삼지연	포태	백암	해산
극최고기온	28.9	32.7	30.6	36.0
극최저기온	-43.2	-43.4	—	—

2) 강수

본 지구의 강수량이 여름철에 많고 겨울철에 적다. 강수량이 많은 달은 7~8 월이고

적은 달은 1 월이다. 강수량은 600~1400 mm 인데 백두산에서 1 372 mm,삼지연에서 921 mm ,해산에서는 596 mm 이다.강수량의 분포는 지면높이와 경사면의 방향에 의하여 규정된다.해발높이와 강수량과의 관계는 높이 100 미터에서의 체감률이 년평균 33 mm,남서측은 54 mm ,북동측은 15.6 mm 이다. 그리고 화산의 분화구거나 화산추가 있는 곳은 지형이 높아 지형우가 많다.(그림 9)

.강설일수와 적설량 (표를 참고)

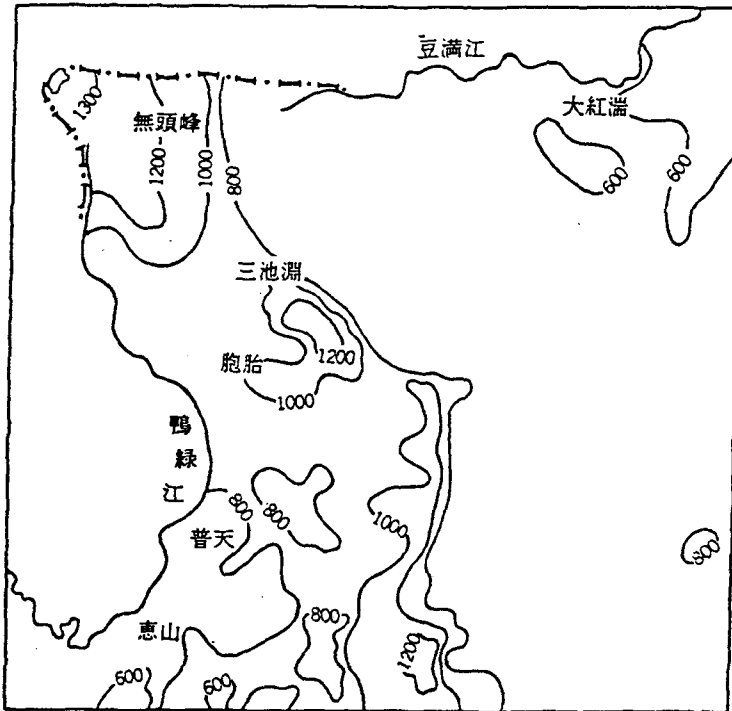


그림 9 강수량분포도

강설일수와 적설량

地点	初 雪			終 雪			降雪期間 ●平均日 数	積雪日数	積雪● 深
	最 早 (月·日)	平 均 (月·日)	最 晚 (月·日)	最 早 (月·日)	平 均 (月·日)	最 晚 (月·日)			
三池淵	9. 10	9. 24	10. 10	4. 14	5. 18	6. 7	237	173	120
胞 胎	9. 14	10. 3	10. 23	4. 16	5. 9	5. 30	219	139	55
惠 山	9. 26	10. 11	11. 2	4. 5	4. 30	5. 30	202	110	29
白岩区	9. 10	9. 27	10. 25	4. 22	5. 24	6. 17	240	160	52
白岩邑	9. 14	9. 29	10. 22	5. 5	5. 16	6. 4	229	144	39

본 지구의 강설일수와 적설량은 해발고도에 의하여 규정된다. 해발고도가 높은 지구는 강설기가 길고 강설량이 많다.

모두어 말하면 지각의 상승작용과 용암의 퇴적은 본지구의 해발고도를 높게하였고 이것은 기온과 강수량을 규정하는데 기온의 체감률은 100 미터에 0.6 °C이고 강수량은 높이 100 미터에서의 체감률이 33 mm 이다.

3) 화산활동이 수문에 준 영향

①강에 준 영향

표에서 볼수 있는바 본 지역은 화산퇴적물에 의하여 경사가 급하고 지형면이 좁기 때문에 길이가 짧고 유역면적이 좁으며 하각침식이 성행하고 폭포가 많다. 이를테면 압록강상원지구의 구곡은 100 여미터되고 압록강하원에서 락차 1.5m, 12.5m, 14.6m 로서 삼단폭포가 있고 그 아래에 사기문폭포(락차 17.9m) 백두폭포(락차 16.3m) 형제폭포(락차 11.6m)가 있다. (표 8) (표 9)

표 8 주요강하천

이름	지류구분	길이(km)	유역면적(km ²)	이름	지류구분	길이(km)	유역면적(km ²)
압록강	본류	803.0	64739.8 32557.7(조)	두만강	본류	547.8	32920.0 10565.0(조)
소백수	1	15.1	49.2	서두수	1	173.1	2392.0
리명수	1	30.3	208.8	석울천	1	17.0	63.4
포래천	1	21.1	131.3	사동천	1	17.8	68.4
보서천	2	21.3	112.3	소흥단수	1	76.5	535.0
가림천	1	59.8	801.5	소팔강	2	34.0	225.5
대명천		19.8	114.5	덕립동물	2	43.2	349.5
신룡천	2	30.9	140.2	초계수	3	20.8	82.6
오시천	1	39.4	243.5	이계수	3	15.1	57.5
운송강	2	78.5	791.0	황토암수	2	17.3	100.5
봉포천	3	24.0	241.1	대박천수	2	41.9	372.0
석계천	3	18.4	71.1	서계수	2	17.0	87.0
북대천 (단천)	본류	102.7	1346.5	형새수	3	18.7	136.5
남대천 (길수)	본류	128.1	1445.1	동계수	2	25.0	307.6

②호수형성에 준 영향

백두산천지는 화산폭발과 함락에 의하여 형성되었는데 세계에서 가장 높은 자리를 차지한 화구호이다.

본지구에 있는 못은 삼지연을 비롯하여 47 개가 있고 총면적은 64.8 정보이다. 이런 못 중에서 적지 않은것은 화산활동의 산물이다. 이를테면 삼지연에는 3 개의 못이 있는데 길이는 350~790m 이고 너비는 160~600m 이며 물깊이는 1.7~3.8m 이다.이 못이 형성된것은 백두산화산과 북포태화산의 분출로하여 강자리가 매워져 형성된것이고 불적지는 길이 375m,너비 125m, 물깊이는 평균 4~5m 인데 이 못은 화산분출구에 형성된것이고 간장늪과 대택늪은 밑바닥이 현무암으로 되어 물이 막혀 형성된 늪이다.

모두어 말하면 화산활동에 의하여 지면기복이 심하여 강이 짧고 유역면적도 좁으며 지류도 적다. 강에는 폭포가 많고 하각침식이 성행되어 협곡을 이루었으며 경사가 급하여 수력자원이 풍부하며 화구호와 연색호도 볼수 있다.

표 9. 호수와 저수지

이름	넓이 (km ²)	둘레 (km)	크기 (km)		깊이 (m)		사 리	
			길이	너비	최대	평균		
천 지	9.165	14.4	4.64	3.55	384	213.3	량강도 삼지연군	
삼 지 연	1 호	0.42	3.6	0.8	0.6	3.8	1.8	량강도 삼지연군
	2 호	0.04	1.2	0.39	0.16	1.7	0.8	량강도 삼지연군
	3 호	0.06	1.3	0.35	0.26	2.9	1.3	량강도 삼지연군
간 장 늪	0.11	1.3	0.5	0.3	7		량강도 백암군	
불 적 지	0.046	-	0.375	0.125		4~5	량강도 백암군	
원봉저수지	12.0	41.3	16.0	0.6			량강도대흥단군,백암군 함경북도연사군	

운천

이름	물온도	물량 (m ³ /일)	자 리	이름	물온도	물량 (m ³ /일)	자 리
내 목 운천	41~46℃	300	보천군 내목리	백 두 운천	최대 73℃		삼지연군신무성구
대중리운천	23℃	300	운봉군 대중리				

4. 백두산천지에서의 물고기 조성

백두산에서는 지질시기에 여러차례의 화산폭발이 있었을뿐만아니라 역사시기에 들어와서도 아주 큰 폭발이 있었다. 그리하여 백두산천지에는 어류가 생존하지 못했다. 1960 년부터 조선과학원 동물학연구소의 어류학자들이 물고기 이식시험을

시작하였는데 그 정황은 다음과 같다.

(표 10) 천지에 물고기를 옮겨 넣은정황

회수	옮긴날자	어종별	마리수	길이(mm)
1 차	1960.7.30	붕어	14	151
		산천어	5	130
2 차	1984.6.14	산천어	100	
3 차	1989.9.10	참붕어	120	70
4 차	1991.7.16	버들치	116	90
		종개	100	120

5. 량강도 북부지구에서의 식물분포

본 지구에서의 식물상의 종 구성을 보면 300 과, 2722 종에 달한다. 이런 식물들은 자연의 해발높이 화산활동의 영향을 받아 분포특징을 나타낸다.

(표 11) 식물수직대

식물수직대	해발높이(m)
고산초본대	2300~2750
아고산키낮은나무림대	1900~2300
침엽림대	1100~1900
침활혼성림대	900~1200
락엽활엽림대	900m 이하

본 지구의 식물상은 800 여년전에 분출한 부석의 피해로 거의 없어지고 지금의 식물상은 부석분출이후에 이루어진것인데 피해가 심하고 부석층이 두터운 곳에서는 아직도 회복되지 못하고 있다. 특히 백두산 동쪽비탈이 전형적인데 상부왕사스레수직대도 형성되지 못하였다.

6. 화산활동이 토양에 준 영향

토양도 산지대성법칙에 따라 아래서 위로 올라가면서 각이한 토양대를 이루었다

(표 12) 토양수직대

고산암설토양	(2500~2750 m)
고산동결층토양	(2200~2600 m)
고산초원토양	(2000~2600 m)
부석층토양	(1260~2060 m)
부석질표백화갈색토양	(900~1200 m)
암갈색토양	(800~1000 m)
갈색토양	(800m 이하)

본 지구에서는 신생대이래 여러 차례의 화산활동이 있어 토양형성에 준 영향은 매우 크다.

1)본 지역에서 장기간 생성발육된 토양들은 백두산화산폭발에 의한 부석의 퇴적으로 하여 대부분 부석층밑에 매몰되어 고토양으로 되었다.

2)현무암이 분포된 지역에서는 지형이 평탄하고 배수가 잘 되지 않아 토양의 갈매화과정이 성행되어 갈매성표백화 토양을 형성하였다. 그리고 현무암이 분포된 낮은 지역에서는 물이 고여 저위니탄토를 형성하였다.(그림 10)

3)부석층토양이 형성되었다. 이 토양은 본 지역토양총면적의 44%를 차지하는데 토양의 형성년령은 겨우 850 년 내외이다. 때문에 부석질층이 얇고 세탈층,직접층이 없는 유년토양이다.(표 13)

량강도 북부지역은 신생대이래의 지질작용 특히는 화산활동에 의하여 자연경관이 여러 차례 전화되었고 800 여년전의 식물과 토양이 없어지고 현유의 식생과 토양도 모두 800 여년의 짧은 역사를 거쳐 형성되었는데 그 속도가 빠르다.

표 13 후층부석토양

試坑 No.	層位	深さ (cm)	腐植	総炭素 (C)	全窒素 (N)	C : N	PH	
			(%)				H ₂ O	KCl
873 神武城	A ₀	0~ 5	-	50.30	2.82	17.85	-	-
	A ₁	5~ 9	9.27	5.37	0.368	14.50	5.3	4.6
	AC	10~ 20	4.80	2.79	0.301	9.27	5.1	4.7
	C ₁	50~ 60	0.43	1.41	0.121	11.65	5.1	4.7
	C ₂	150~160	0.10	0.09	0.007	12.85	7.0	6.5

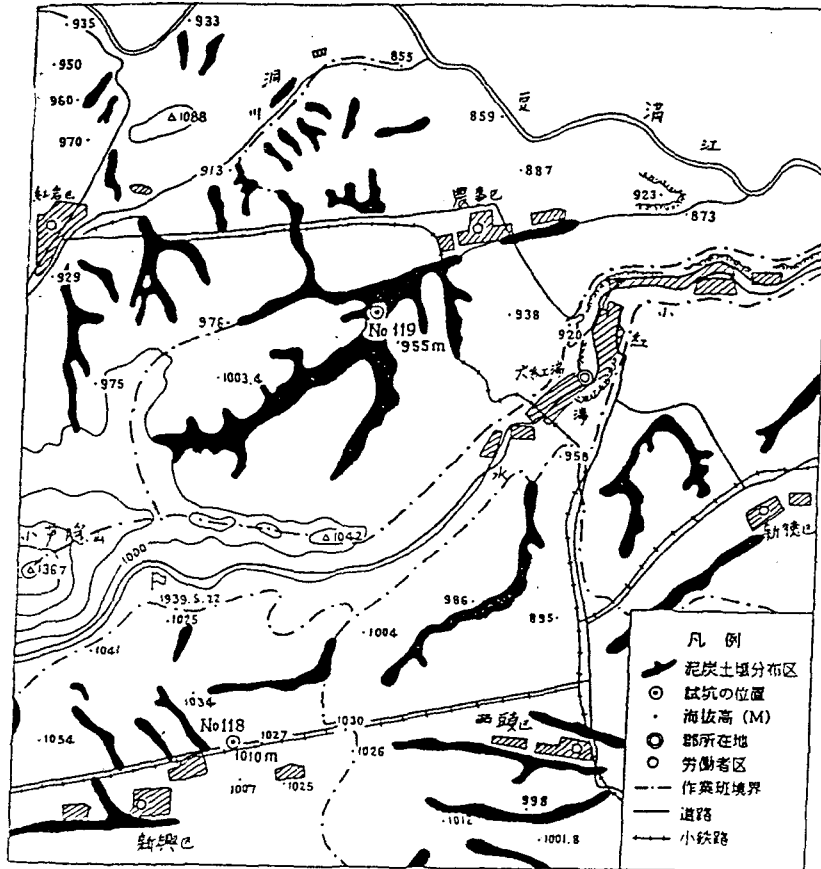


그림 10 니탄분포도

참고자료

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| 1. 김정락 등저 백두산 탐험자료집 | 1998년 12월 |
| 2. 조선과학원, 인문과학원 백두산자료집 (일본어) 동경 | 1993년 |
| 3. 유충걸, 심해숙저 백두산과 연변조선족자치주 한국백산출판사 | 1990년 |
| 4. 박수헌 등, 백두산지도첩, 조선과학출판사 | 1994년 |
| 5. 홍순익저, 조선자연지리(지리학부용), 김일성종합대학출판사 | 1989년 |
| 6. 유충걸 등저 북한의 자연경관과 그 특징, 한국북한학보 | 1997년 |