

# 라오스 남칸(Nam Khane)流域盆地的 移動式火田農業과 環境問題

曹明姬\* · 曹華龍\*\*

라오스 북부에 위치하는 남칸강 유역 분지는 석회암대지(1000m 전후)와 이를 둘러싼 급경사지(700-1000m), 넓은 산록 완사 구릉지(300-700m), 좁은 층적평야로 이루어져 있다. 대지 상에는 아편, 산록완사 구릉지에는 발베가 재배되고 있는데 이들 농업은 이동식 화전농업의 형태로 이루어져 삼림과 토양을 황폐시키는 심각한 환경문제를 일으키고 있다.

이 지역의 화전과 삼림의 분포 상태를 계량적으로 파악하고 환경문제를 검토하기 위하여 남칸강의 한 소지류인 H.Khane 강 유역분지에 대하여 MOS-1의 위성영상을 분석하고 40지점에 대하여 토양 샘플을 채취하여 토성을 분석하였다. 삼림과 토지이용상태를 분류한 것이 사진 2이고, 이의 고도별 분포면적을 계산한 것이 <표 2>이며, 토성을 분석한 것이 <표 3>이다.

남칸강 유역분지의 과도한 화전활동은 식생적 측면에서 삼림의 면적을 축소시키고 교목위주의 1차림이 관목위주의 2차림으로 바뀌어 가며, 토양적 측면에서 토양침식을 활성화시켜 구릉지 토양은 척박한 산성토양으로 변화하고 있고, 완경사 구릉지면은 兩谷(gully)침식에 의하여 심하게 개석된 惡地地形으로 바뀌어가고 있다. 이와 같은 환경문제의 해결을 위해서는 무엇보다도 농업을 정착시키는 것이 급선무이다.

**주요어 :** 화전, 위성영상, 토지이용분류, 토양침식, 정착농업

## 1. 序言

남칸(Nam Khan)강은 라오스(Laos)북부 산지를 서류(西流)하여 라오스 제2의 도시인 루앙프라방(Luang Prabang)시 부근에서 메콩(Mekong)강에 합류되는 주류의 길이 약 90km의 하천이다. 이 남칸강 유역분지에는 移動式火田農業(shifting cultivation)이 광범하게 이루어져 森林과 土壤을 황폐시키는 환경문제를 야기시키고 있다.

이 지역의 食糧問題, 環境問題등의 심각성 때문에 국제연합 지역개발센터(UNCRD)에서는 1992년 4월부터 이 지역의 流域管理에 대한 연구팀이 결성되어 筆者 등은 이 지역의 自然的 측면과 위성사진 영상분석을 담당하였다. 본 지역의 연구는 1994년 2월까지 계속되었으며 연구지역의 地形圖(1/50,000), 항공사진(1/30,000), 위성영상

(MOS-1), 지질도(1/100만)등을 분석하였고, 4차례에 걸친 현지조사를 통하여 토양, 지형, 식생, 영농방법등을 조사하는 한편 현지 주민의 설문조사를 실시했다.

본 보고서는 남칸 유역분지 중에서 가장 모식적이고 또 많은 분석이 이루어진 H.Khane(혹은 Nam Khane)유역분지(주류의 길이 18km, 유역면적 170,08km<sup>2</sup>)를 중심으로 필자들이 주로 분석한 이 지역의 ① 지형적 특색, ② 이동식 화전농업, 그리고 이와 관련된 ③ 환경문제를 정리한 것이다.

## 2. 지형적 특색

### 1) 지질

이 지역의 지질에 관한 자료는 Laos 공무성

\* 경북산업대학교 측지공학과 전임강사  
\*\* 경북대학교 사범대학 지리교육과 교수

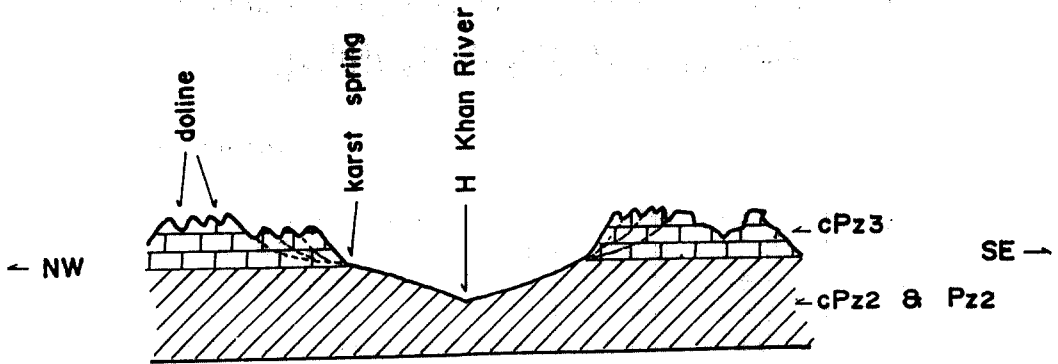


그림 1. Khane 流域盆地的 地質·地形 模式圖

지질광물과의 광물탐사 및 개발계획의 일환으로 영국지질조사팀이 조사한 1/100만 지질도 한장 밖에 구하지 못했다. 이 지질도에 의해서 이 지역의 지질을 추론해 보면 다음과 같다.

본유역의 지질은 고생대의 해저에서 형성된 화성암과 퇴적암으로 이루어져 있으며 하부로부터 상부까지 4개의 지층으로 나누어진다(그림 1). 최하부층(Pz2)은 현무암성 용암, 화산쇄설물과 이암이 호층을 이루고 있고 하천의 침식에 약하다.

중부층의 상부(cPz2)는 이질을 많이 포함한 석회암으로, 석회암이지만 불순물이 많아서 karst지형이 효과적으로 형성되지 않고, 하천침식에 매우 약하다. Pz2와 cPz2 지질분포지는 완경사의 구릉지를 이루고 있다.

중부층의 상부(cPz3)는 순수한 해성석회암으로 karst지형이 효과적으로 형성되어 있고 지표수는 전부 sink-hole을 통하여 지하에 잠입하기 때문에 지표에는 하천이 거의 없다. CPz3 지질은 고원을 이루고 있다.

최상부층(vPz)은 재차 해저화산활동이 시작되어 형성된 염기성 화성암과 사암·이암 등이 호층을 이루는 지질이다. 그러나 이 지질은 루앙프라방주변 일부지역에만 분포하고 저지를 형성하고 있다.

이와 같은 지질배열로부터 지층의 형성 당시의 환경을 유추해 보면 ① 해저에서 화산활동이 활발했던 환경으로부터 ② 화산활동이 중지되고 보다 깊은 해저 퇴적환경을 지나 ③ 재차 화산

활동이 시작되고 얕은 수심의 퇴적환경으로 바뀐 것이 예상된다. 이 지역에는 북동-남서 방향의 여러 개의 지질구조선이 평행해서 형성되어 있어 이것이 이 지역의 지형의 윤곽에 크게 영향을 주고 있다.

## 2) 지형

남칸 본류는 크게 감입곡류하고 있지만 지류 H.Khane강의 본류는 북동-남서방향의 구조선에 지배를 받아 거의 직선으로 형성되어 있다. H.Khane강 유역분지의 지형은 절대고도, 지형경사, 기반지질 특성으로부터 4개의 지형단위로 구별할 수가 있다(그림 2).

### (1) 고원(대지)

절대고도 800-1500m, 지형경사 10% 전후의 지형면으로서, 순수한 석회암으로 된 대지이다. 표면에는 karst지형이 발달해서 doline, uvala 등의 폐쇄적 와지가 많이 형성되어 있다. 지표의 물은 거의 sink-hole을 통하여 지하에 잠입해 버리기 때문에 하계망은 거의 인정되지 않는다.

### (2) 급사면

고원을 에워싸고 형성되어 있으며, 지형경사 60% 전후의 급사면으로 노암 상태로 되어 있는 곳이 많으며 절대고도 700-1200m 전후에서 나타난다. 이 급사면의 하부로부터 고원의 표면까지

지가 순수한 석회암으로, 고원의 표면으로 부터 sink-hole을 통하여 지하에 잠입한 물이 이 급사면 하한선 부근에서 karst spring이 되어 곳곳에서 용출되며, 여기서부터 1차 하천이 시작된다. 이 karst spring주위에 대개 마을이 형성되어 있다.

(3) 산록완사구릉지

급사면 아래 분포하고 있고 1차 하천에 의해서 침식된 구릉지로 지형경사 12% 전후의 완사구릉지이다. 남간강의 우안(남동측)에서는 절대고도 800m, 좌안(북서측)에서는 600m로부터 시작되어 아랫쪽 한계는 대개 300m까지 형성되어 있다. 여기의 지질은 Pz2 및 cPz2 층으로 비교적 하천 침식에 약하고, karst 지형을 형성하기에는 CaCO<sub>3</sub> 함량이 충분하지 못하여 doline와 같은 와지는 인정되지 않는다. 이동식 화전농업이 이루어지는 곳이 바로 이곳이다.

(4) 충적평야

Nam Khan강과 H.Khane강이 합류하는 부분에 좁게 분포해 있으며, 현하천의 범람원과 하안단구로 이루어져 있다. 평균경사 3% 내외이다.

표 1. H.Khane강의 차수별 분기율

stream order	No. of stream	bifurcation
1st	745	6.1
2nd	123	4.6
3rd	27	3.9
4th	7	7.0
5th	1	

3) 河系網

하계망의 특징은 그 유역분지의 지형적 특징이나 집약적 인간활동 등에 의한 환경문제 등을 잘 반영해 주고 있다. 따라서 1/30,000 축척의 항공사진을 기초로 남간강의 하천 次數를 구분하고(그림 3) 分岐率(bifurcation)을 계산한 것이

<표 1>이다.

분류는 5차수 하천으로 나타났으며 2차 하천 및 3차 하천 분기율은 각각 4.6, 3.9로 평균적이다. 그러나 1차하천의 분기율은 6.1로서 매우 높다. 이와같은 현상은 이동식 화전농업이 집약적으로 이루어져서 자연림이 황폐되고 많은 gully의 형성이 1차수 하천의 발달을 촉진시킨 것으로 해석된다. 또한 4차수 하천의 분기율이 7.0으로 높은데 이것은 분류가 구조선의 지배를 받고 있기 때문에 그 다음 차수 하천인 4차수 하천의 분기율이 높은 것으로 해석된다.

3. 移動式 火田 農業

1) 실태

이동식 화전농업(shifting cultivation)이란 건기에 삼림을 벌채하여 불을 지르고 지표에 구멍을 뚫어 씨를 넣어서 농작물을 재배하며, 이와같이 1년 내지는 2년을 경작한 후 지력이 떨어지면 다시 새로운 곳에 이동하여 화전을 하는 농법이다.

Laos북부 산지에는 저평한 충적평야가 적고 완경사의 구릉지가 많아서 이동식 화전경작이 광범위하게 이루어지고 있다. 따라서 훼손되지 않은 極相林의 면적은 약 10% 정도밖에 남아 있지 않고, 그 나머지의 1/4은 현재 화전경작이 이루어지고 있는 지역이고, 3/4이 화전경작을 하고 난 후 버려져 관목, 대나무 등의 2차림으로 이루어진 휴경지(fallow)로 되어 있다. 3년 동안 휴경한 곳에 다시 불을 지르고 농업을 하기 때문에 4필지의 땅을 돌려가면서 경작하게 된다.

이 지역의 산업은 거의 농업에 의존하고 있으며 쌀 생산량의 85%는 화전에서 수확된 陸稻이고, 나머지 15%가 충적평야에서 재배되는 水稻이다. 따라서 이 지역의 경제에 이동식 화전농업이 차지하는 비중은 아주 높다.

라오스에는 대체로 70여 종족이 분포하고 있으나 크게 나누어 高地 라오족(Lao Sung), 中山 라오족(Lao Theung) 그리고 低地 라오족(Lao Leum)으로 나누어지지만 그 수는 정확하게 통

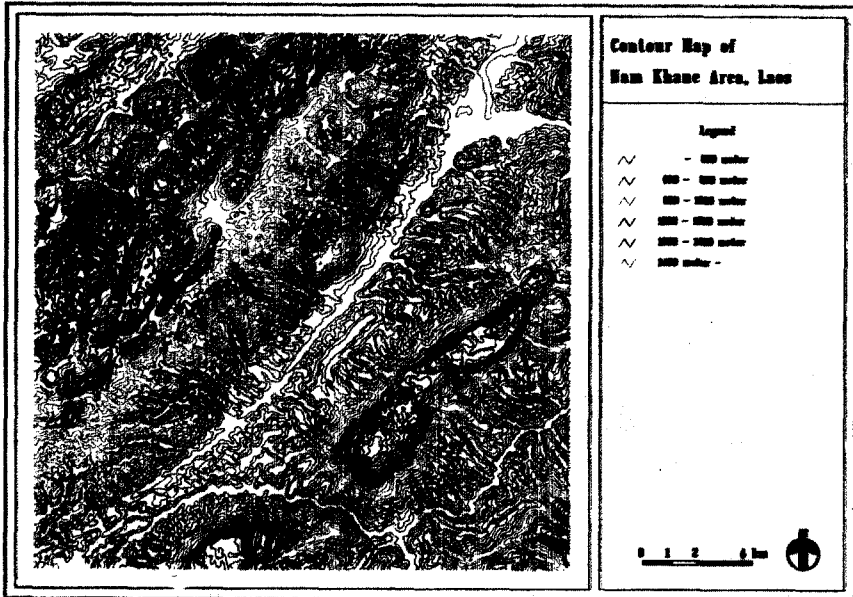


그림 2. H. Khane 流域盆地的 地形圖

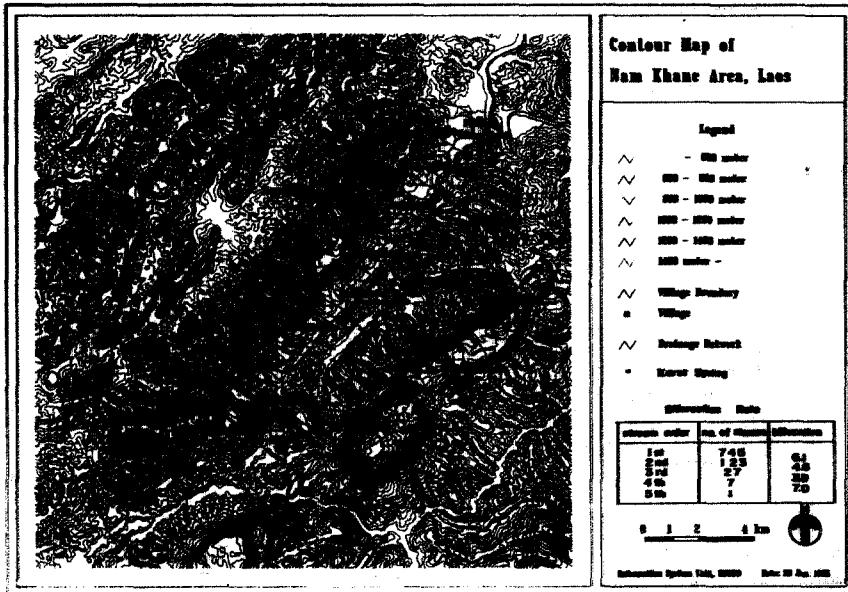


그림 3. H. Khane 流域盆地的 地形과 河系網

계되어 7,745명(1992년 12월)이고, 그중 고지 라오족이 13%, 중산 라오족이 59%, 저지 라오족이 28%를 보이고 있었다. 고지 라오족은 고원상에서 살며 주로 이동식 화전 경작과 냉량한 기후와 정치력이 잘 미치지 않는 것을 이용하여 아편을 재배하고 있다. 중산 라오족은 전반적으로 넓게 분포하고 주로 화전경작을 하며, 저지 라오족은 저지에서 水稻農業을 하고 현재 라오스에서 정치경제적으로 주도권을 잡고 있는 종족이다.

## 2) 위성영상 분석

이지역에 이동식 화전농업이 심각한 환경문제를 야기시키고 있으나 그 면적이 어느 정도되는지 어디에서 주로 이루어지는지 등에 대하여 정부에서는 전연 파악되지 않고 있다. 더우기 매년 이동하기 때문에 통계적 파악이 더욱 어렵다. 따라서 이의 분포 현황을 파악하기 위하여 위성영상을 이용한 土地被覆狀態(land cover)분류를 실시하였다.

사용된 위성영상은 MOS-1(1990, 4, 23 촬영) MESSR영상으로서 pixel size가 50m이다. ERDAS 영상처리 시스템을 이용하여 UTM(Universal Transverse Mercator)좌표계를 기초로 기하학적 보정(geometric correction)을 실시하고 4/2/1 band에 RGB filter를 씌워 false

color composite를 작성한 것이 사진 1이다.

사진에서 진한 적색으로 나타나는 것이 현재 남아 있는 극상림인데 이는 고원이나 급사면에 부분적으로 분포한다. 연한 적색은 한번 화전이 이루어지고 난 후 버려져 관목, 대나무 등 2차림이 형성된 休耕地이다. 청색으로 나타나는 곳이 현재 화전으로 이용되고 있는 곳이고, 고원상에 녹색으로 나타나는 지역은 아편재배가 이루어지고 있는 지역이다.

H.Khane 강을 연하여 흰색으로 좁고 길게 형성되어 있는 것이 충적지에 논농사가 이루어지고 있는 곳이다.

그러나 이 false color composite에서는 각 class간의 경계가 불분명하고 정량적 자료 추출이 불가능하므로 classification 영상처리를 실시하였다. 항공사진과 현지조사에 의해서 火田, 아편, 휴경지, 삼림, 수면, 논,의 6개의 class로 분류하고 각 class별로 2-9개의 training area를 설정하여 maximum likelihood classifier method에 의한 supervised classification을 실시하였는데 그 결과는 사진 2와 같다. 사진 2에서 볼 수 있는 것과 같이 아편은 고원지대에 주로 분포하고 화전은 사면 구릉지에 주로 분포하며 논은 H.Khane강을 연하여 좁게 분포하고 있다.

이 분류도에 고도별 주제도를 ARC/Info GIS Software를 이용, 중첩(overlay)하여 class별/지

표 2. 標高別 class별 분포면적(km<sup>2</sup>)

표고 class	0-400m (%)	400-600m (%)	600-800m (%)	800-1000m (%)	1000m이상 (%)	총면적
火田	1.76 (8.4)	11.05(53.0)	4.67(22.4)	2.11(10.1)	1.31 (6.3)	20.89(13.0)
아편	0.41 (1.9)	6.25(28.6)	5.10(23.3)	2.72(12.4)	7.38(33.8)	21.87(13.6)
森林	0.04 (0.1)	4.44(13.3)	14.01(41.8)	10.9 (32.5)	4.16(12.4)	33.55(20.9)
休耕地	6.31 (8.3)	32.29(42.6)	20.55(27.1)	12.7 (16.8)	3.88 (5.1)	75.73(47.1)
水面	0.46(28.9)	0.78(46.1)	0.22(13.9)	0.09 (5.7)	0.09 (5.7)	1.59 (1.0)
沓	3.49(49.2)	2.25(31.7)	0.46 (6.5)	0.73(10.3)	0.17 (2.4)	7.10 (4.4)
총면적	12.46 (7.8)	57.02(35.5)	45.01(28.0)	29.25(18.2)	16.99(10.6)	160.72(100)

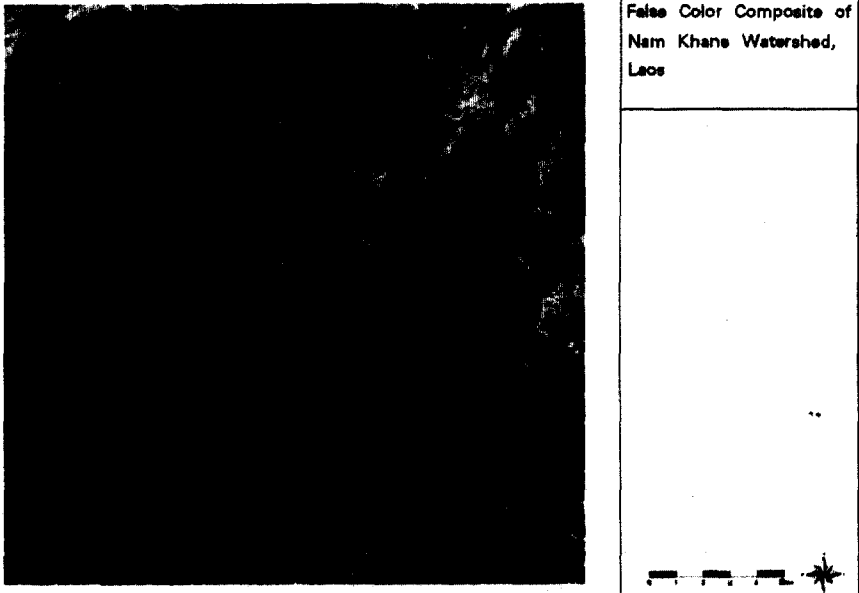


사진 1. H. Khane 流域盆地的 false color composite

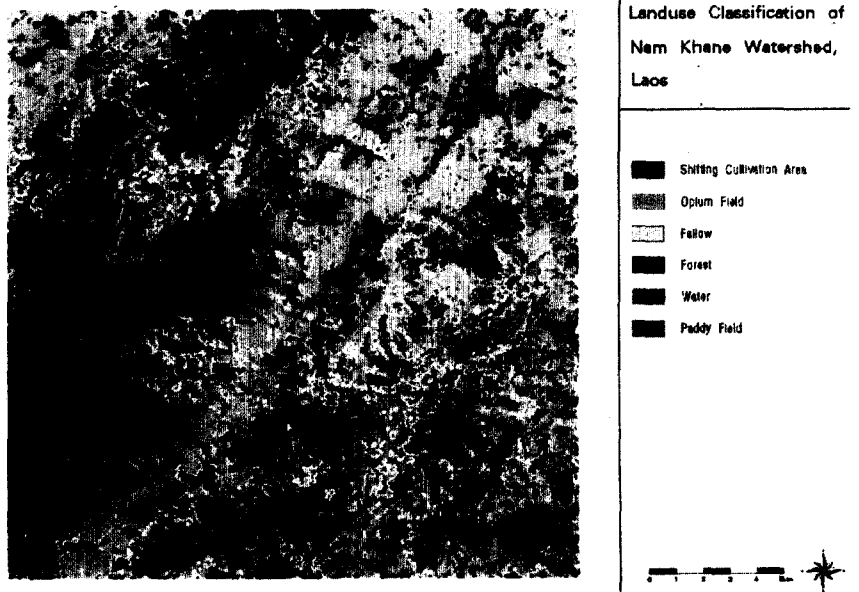


사진 2. H. Khane 流域盆地的 land use classification

형고도별 분포 면적을 계산한 것이 <표 2>이다.

전체적으로 휴경지가 47.1%로 가장 넓은 면적을 차지하고 삼림은 20.9%로 전면적에 약 1/5정도 남아 있다. 화전농업과 아편재배지역의 면적이 거의 비슷하여 13% 전후이며 논은 4%에 불과하다. 화전은 400-800m 標高에 주로(75%) 이루어지며 화전을 한 번 하고 버려진 休耕地의 분포 고도도 火田과 같이 400-800m 標高에 대부분이 분포한다.

그러나 아편은 정치력이 미치지 않는 1000m 이상의 표고에서 가장 많이 재배된다. 훼손되지 않은 삼림은 800-1000m 표고의 급경사지에 주로 보존되어 있다.

4. 火田耕作에 따른 環境問題

1) 삼림의 황폐

라오스는 인도차이나반도에서 가장 산지가 많고 그래서 삼림자원이 풍부한 나라이다. 그러나 인구 증가에 따른 식량 부족 현상이 심각해짐에 따라 山地 및 丘陵地 거주 주민의 移動式 火田農業의 활동이 활발해져 최근 10년간 계속 火田의 면적이 증가하고 있으며, 이로 인하여 매년 원시림이 10만 ha, 2차림이 30만 ha씩 손실되고 있다고 라오스 정부는 추정하고 있다. 또한 休耕地로 둔 2차림을 다시 화전으로 이용하는 주기가 빨라짐에 따라 2차림의 삼림이 점차로 줄어들어가고 있다.

요약하면 火田활동의 성행은 첫째로 森林의 面積을 축소시키고, 둘째로 橋木 중심의 極相林이 灌木과 대나무 숲의 樹種으로 대체되는 결과를 가져오며, 셋째로 2차림의 立木縮積量을 감소시키고 있다. 이와같은 삼림의 황폐는 지역적으로는 洪水의 강도를 높이고 심한 토양침식을 초래할 뿐만 아니라 지구적인 규모로 볼 때

표 3. 남칸 유역분지의 토양분석

	Grain Size			pH		OM	C/N	Nitrogen		
	Sand	Silt	Clay	HO	KCl			Total	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>
		(%)	(%)	(%)			(%)	(%)	(%)	(%)
Paddy Field	33.85	36.71	26.49	7.49	6.98	2.35	8.06	0.170	24.13	12.04
Upland Rice	25.03	41.11	33.87	5.62	4.95	2.91	7.33	0.219	23.92	9.80
Mixed Forest	32.53	39.28	28.16	6.35	5.89	3.08	7.92	0.222	27.35	12.12
Vientiane Plain	62.40	25.90	11.70	6.30	5.50	0.57	15.0	0.022	14.00	7.00

Phosphorous		Potassium		EC	CaCO <sub>3</sub>	Exchangeable (mg/100g of soil)				CEC-S	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KO	KO			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
(mg)	(%)	(%)	(%)								
1.10	0.035	0.90	8.19	150.59	42.60	21.52	1.62	0.20	0.28	23.50	0.025
1.005	0.037	0.90	15.21	53.33	0.17	4.51	2.03	0.40	0.20	9.10	0.017
1.25	0.039	0.86	19.05	100.41	0.23	11.54	2.53	0.40	0.22	14.68	0.023
8.02	0.012	0.09	28.0			1.47	0.55	0.06	0.12	2.20	

세계의 주요 산소공급원인 熱帶林이 계속 축소 되는 결과를 초래하기 때문에 심각한 문제가 아닐 수 없다.

### 2) 土壤의 황폐

두꺼운 열대림으로 덮혀 있었던 경사지에 火田으로 인한 裸地가 노출되면 雨洗(rain wash)에 의한 토양의 面的侵蝕이 일어나 토양이 척박해지고, 雨谷에 의한 線的侵蝕이 일어나 지형이 파괴된다. 河系網分析에서 본 것과 같이 1차 하천의 分岐率이 6을 넘는 것은 최근에 이와 같은 雨谷의 발달이 가속화되고 있다는 것을 말해 주고 있다.

이 지역의 토양 특성을 알아보기 위하여 저지의 논(paddy field), 화전농업이 이루어지는 곳(upland rice), 2차림이 형성된 休耕地(mixed forest)지역에 각각 sample 15, 12, 13의 토양을 채취하여 라오스의 Vientaine 토양 조사소에 분석을 의뢰하여 粒度, 酸度, 化學性分 등을 분석하고 이를 장소별로 평균한 결과를 나타낸 것이 <표 3>이다. Vientaine plain의 분석 결과는 이 조사소에서 이미 분석되어 있는 것인데 조사지역의 토양과 비교하기 위하여 수록한 것이다.

토양 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 산도(pH)가 화전농업지역이 평지의 논지역이나 혼합림지역에 비해서 훨씬 높다. 이것은 화전경작에 의해서 염기가 많이 용탈된 결과로 분석된다.

② 탄산칼슘의 축적정도가 화전이나 혼합림지역에는 낮은 데 비하여 충적평야의 논지역에는 42.6%나 될 정도로 매우 많이 축적되어 있다. 이것은 사면에서 용탈된 결과로, 사면에서는 적은 편이지만 충적평야 논에서는 너무 과다하여 생산성을 저하시키는 요인이 되고 있다.

③ 양이온 치환용량(CEC)도 화전지역이 가장 낮아서 토양이 척박해 진 것을 보여주고 있다.

과다한 화전 경작에 의한 토양 황폐의 문제를 요약하면 경사지의 토양은 침식이 가속화되어 척박한 산성토양으로 바뀌는 한편 雨谷침식에 의하여 지형이 惡地로 바뀌어지는 결과를 초래한다. 한편 저지의 농경지는 경사지에서 이동되

어 온 탄산칼슘의 과다한 축적으로 생산력이 저하되며, 하상을 높혀 잦은 범람을 유발시키고 수질을 混濁化시켜 위생문제를 야기시키고 있다.

### 3) 환경문제 해결을 위한 과제

이 지역의 과다한 이동식 화전농업으로 발생한 위와 같은 환경문제를 해결하는 방법은 무엇보다도 농업을 정착화 시키는 것이다. 현재 휴경지와 화전을 합하면 전체 유역 면적의 약 75%에 이르지만 매년 곡물을 재배하는 면적은 이의 1/4인 약 20%에 불과하다. 따라서 이동하지 않고 이 20% 경지에 정착농업을 한다면 50% 이상의 삼림을 회복시킬 수 있다. 그러나 이들 화전민을 정착시키기 위해서는 댐을 건설하는 등 관계시설을 확충해야 하고, 계단식 경작지를 조성하여 토양침식을 방지해야 하며, 지력 유지를 위하여 퇴비 및 화학비료 문제를 해결해야하는 과제를 안고 있다.

### 文 獻

조명희, 1993, 원격탐사기법과 지리정보시스템을 이용한 주제도작성, 경북대 지리학논구, 12-13합본호, 101-118.

Evenson, J.P., 1993, Approaches to slash-and-burn agriculture limitation, *Report of the Nabong Technical Meeting on Shifting Cultivation Systems and Rural Development in the Lao PDR*, 33-65.

Fujisaka, S., 1991, A diagnostic survey of shifting cultivation in northern Laos : targeting research to improve sustainability and productivity, *Agroforestry Systems*, 13, 95-109.

Myung-Hee Jo, 1994, An analysis of shifting cultivation areas in Luang Prabang Province, Lao PDR, using satellite imagery and geographic information systems, *Journal of the Korean Society of Remote Sensing*, 10(1), 43-53.



## Shifting Cultivation and Environmental Problems of Nam Khane Watershed, Laos

Jo, Myung-Hee\*  
Jo, Hwa-Ryong\*\*

### Summary

Nam Khane watershed, in the Northern Laos, consists of limestone plateau surrounded with steep slope(above 1000m), wide piedmont hill land(300-700m) and narrow alluvial plain. Opium on the plateau and up-land rice on the hill-side are cultivated for each, but its shifting agricultural activity, which degrades the forest and soil, has caused the serious environmental problems.

MOS-1 satellite image and 40 points of soil samples are analyzed to identify the distribution of the shifting cultivation and to evaluate the environmental problems for Nam Khane watershed. The land use classification map is presented on the photo 2, and the value of each land use area by

elevation level and soil property are showed on the table 2 and 3, respectively.

Excessive agricultural activity of shifting cultivation in the Nam Khane watershed not only decreased the forest area, but also changed the primary forest of tree into secondary woodland of shrub. On the phase of soil property, it accelerated the soil and gully erosion, and acidification. To solve these environmental problems, the most important step is to settle the agriculture from shifting cultivation to permanent cropping.

**Key words** : Shifting Cultivation, Satellite Image, Land Use Classification, Soil Erosion, Permanent Cropping

---

\* Full-time Lecturer, Dept. of Geodetic Engineering, Kyung Pook Sanup University

\*\* Professor, Dept. of Geographic Education, Kyung Pook National University