

2. 5. 2 黄土高原土壤侵食のタイプ

黄土高原における土壤侵食状況は、地形条件や気象条件により大きく以下の4つに類型化される（図2.5.2.1参照）。

①黄土丘陵ゴウホ地区

黄土高原の中でもっとも侵食が進んでいる地域であり、面積は23万 km^2 におよぶ。特徴は丘陵地形で起伏に富み、激しい侵食作用の結果ガリ谷が縦横に発達し、植生が少なく、山腹、谷ともに激しい侵食を受けていることである。年間土壤侵食量は $5,000 \sim 20,000\text{t}/\text{km}^2$ 、ゴウホの密度は $6 \sim 8 \text{ km}/\text{km}^2$ である。

②黄土高原ゴウホ地区

耕地の広がる山頂部は傾斜が極めて緩く平原となっているが、逆に、谷部は極度に深く、高度差は $100 \sim 200\text{m}$ にも達している。侵食によって河床低下が激しく進行し、河岸斜面の崩壊、滑りが頻発している。面積は4万 km^2 で、年間土壤侵食量は $2,000 \sim 5,000\text{t}/\text{km}^2$ 、ゴウホの密度は $1 \sim 2 \text{ km}/\text{km}^2$ 程度である。山頂部の耕地は傾斜も緩く面積もまとまって存在することから、古くから農業生産地帯となっている。

③石質山嶺地区及び林地区

この両地区は、山頂及び尾根部が岩石及び岩石の風化碎屑物で構成され、山腹及び麓などに小規模に黄土が堆積している。面積は14万 km^2 である。その特徴は表層土が極めて薄く、農耕に適さないことから開墾されずに植生が確保されていることにある。土壤侵食は豪雨時に発生する土石流によって起こされる。表層土が薄いことから、林業及び牧畜業が中心である。年間土壤侵食量は、 $100 \sim 1,000\text{t}/\text{km}^2$ 程度である。

④その他

黄土高原を構成するその他の地域は、黄河上流に位置する風砂地区、乾燥高原地区及び高地草原地区、黄河及びその支流の河川沿岸に広がる河谷沖積平原地区である。面積は21万 km^2 で上記の他の3地区に比して土壤侵食は少ない。

陝北は、主として①の黄土丘陵ゴウホ地区及び②の黄土高原ゴウホ地区であり、激しい土壤侵食地帯である。安塞県は、①の最も侵食が激しい黄土丘陵ゴウホ地区に位置する。一方省中央部の関中は、主として④の河谷沖積平原地区及び一部②黄土高原ゴウホ地区に属している。

2. 5. 3 黄土高原の植生変化

土壤侵食状況を広域的に判断するには、植生の経年変化が参考となる。農用地整備公団が実施した「中央アジア砂漠化防止対策基礎調査（平成6～7年度）」において、黄土高原を含む中国北西部を対象にしてリモートセンシングを利用した砂漠化の危険

度が検討されている。この中で各種の主題図が作成されており、このうち植生分布図及び植生経年変化図については、表 2.5.3.1 とおり内容でとりまとめられている。植生経年変化図については、図 2.5.3.1 に示すとおりである。

表 2.5.3.1 黄土高原植生分析結果

種 類	内 容
植生分布図	<p>1987 年の植生分布状況は、南西部の山地地域や南東部一帯のみである。また、黄河沿いは植生が密で、黄河の北側にも粗ではあるが植生がみられる。</p> <p>1994 年の植生分布状況は、植生が密の地域は山地地域の南部や東部、延安南部の丘陵地にみられる。黄河南部は植生が粗で、北部は無植生が多い。</p>
植生経年変化図	<p>南西の山地地域や南東の市街地密集地域、黄河周辺の灌漑農業地域を除いた地域で、植生が減少している。</p> <p>一方、蘭州北部や定西周辺で植生が増加している。</p>

出所：「中央アジア砂漠化防止対策基礎調査（平成6～7年度）」農用地整備公団

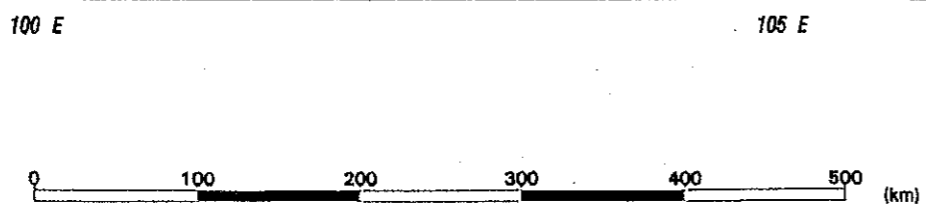
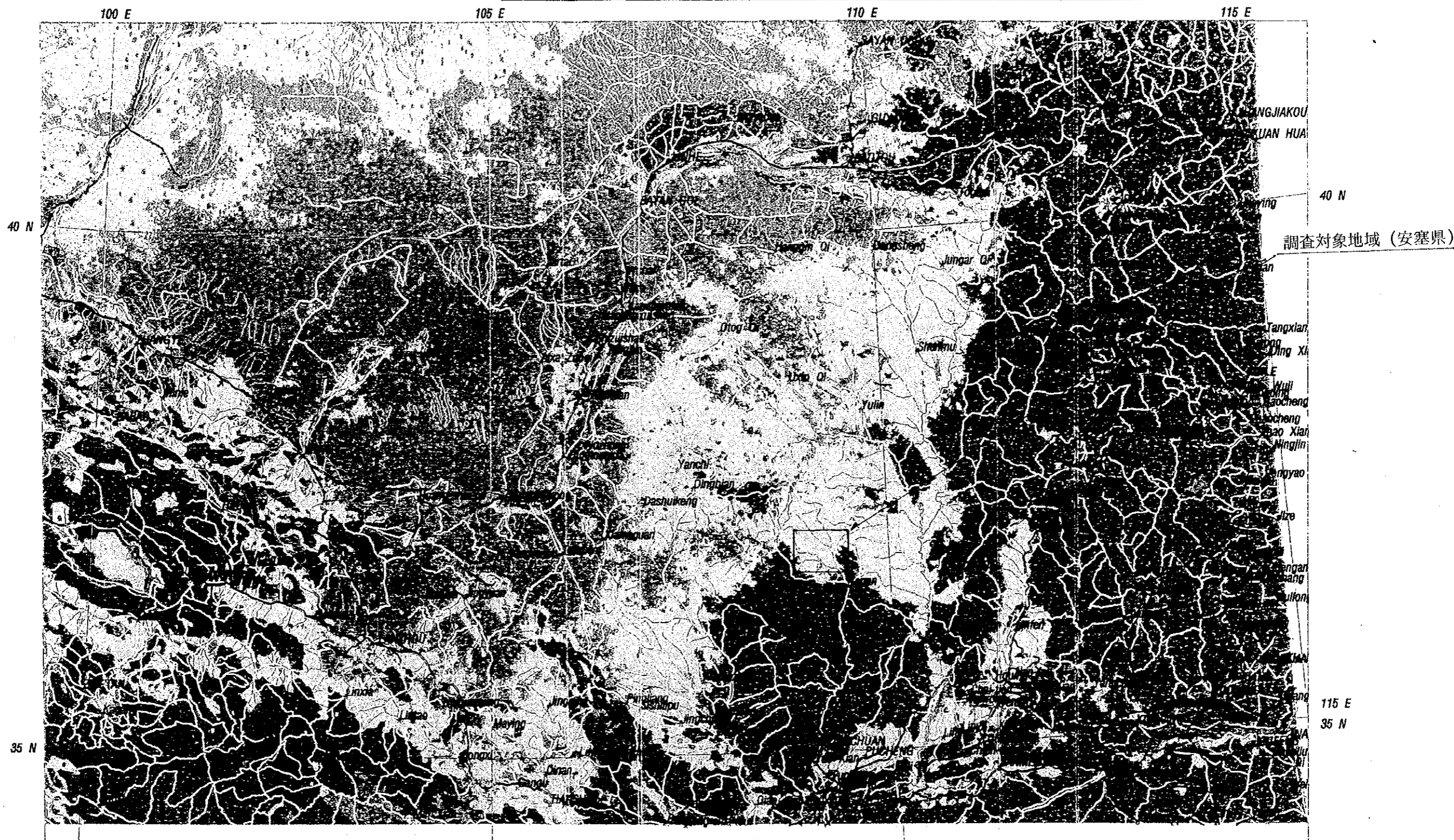
図 2.5.3.1 植生経年変化図及び図 2.5.2.1 黄土高原分類型分布図を比較検討すると、植生に決定的な影響を与える降雨量は、94 年が 87 年を上回っていることから、その他の条件が同じであれば、植生は改善されるはずである。図 2.5.3.1 で植生の後退を示している地域は「凡例(6)黄色及び凡例(9)ピンク」の範囲である。比較検討すると次の2点が判明する。

- ①黄土丘陵ゴウホ地区及びその他地区で植生の後退が激しい。
- ②黄土高原ゴウホ地区、石質山嶺地区及び林地区では植生が改善されている。

黄土丘陵ゴウホ地区で植生が後退しているのは、人為的な要因と考えられる。具体的には、不適切な土地利用や過放牧などによる植生後退と推定される。土壤侵食の発生は、気象条件、地形条件及び土壤条件に加えて、地表を覆う植生条件に大きく左右される。

図 2.5.3.1 黄河上流域の植生経年変化図 (1987、1994年)

Yellow River Desert Area - NDVI difference map (1987 - 1994) -



110 E **LEGEND**

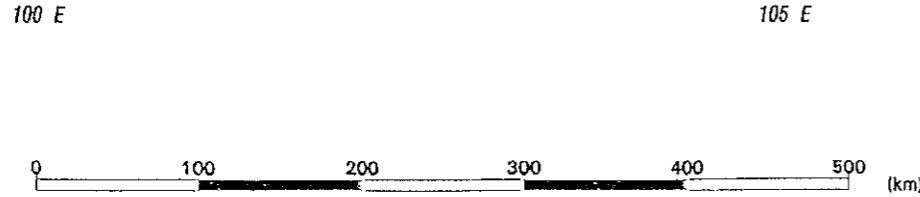
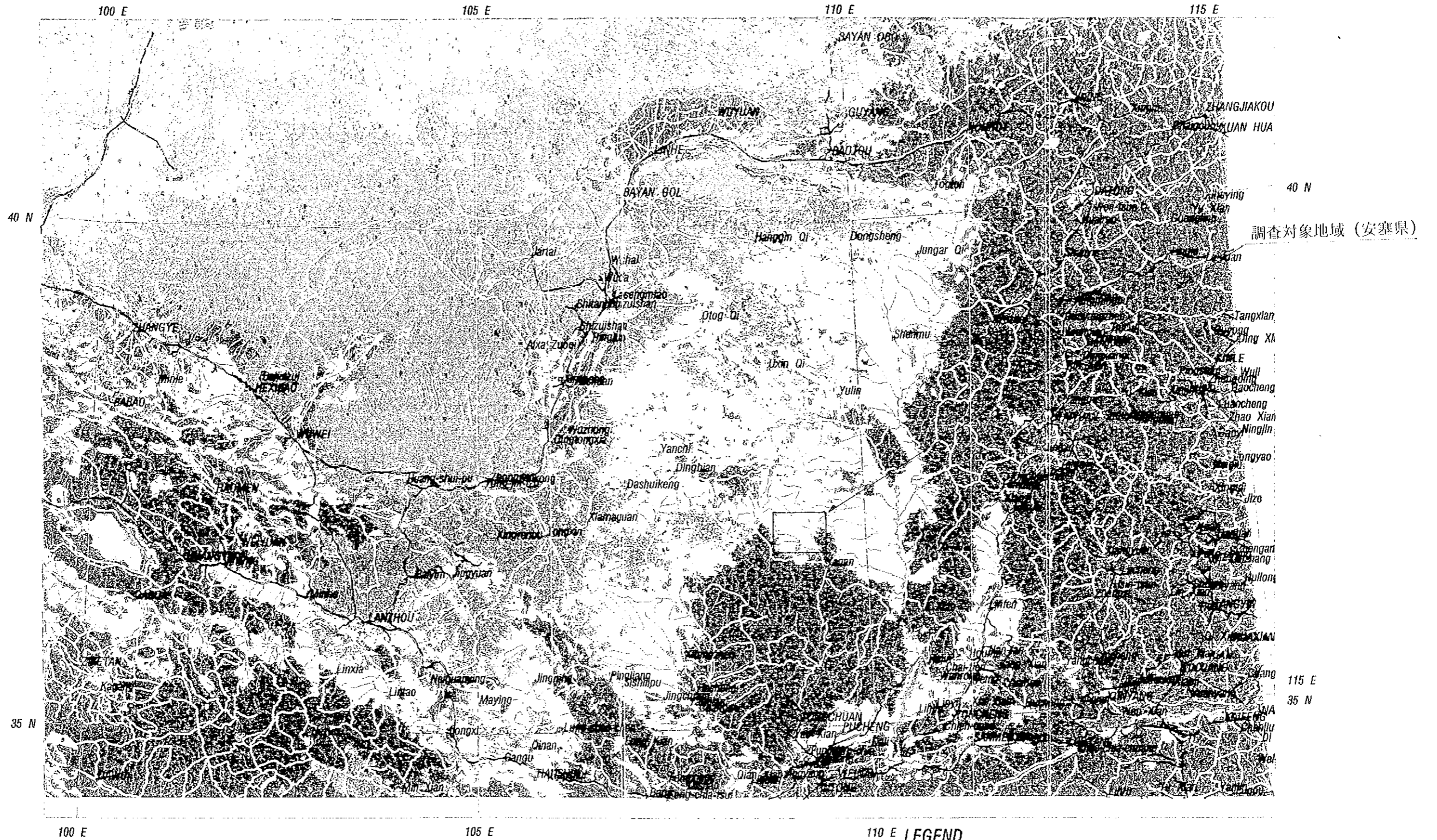
	populated area	CATEGORY			
	river		(1) hm → hm		(4) n → l
	roadway		(2) n → hm		(5) l → l
	railway		(3) l → hm		(6) hm → l
			(7) n → n		(8) l → n
			(9) hm → n		n - none

hm - high, medium
l - low

図 2.5.3.1 黄河上流域の植生経年変化図 (1987、1994年)

Yellow River Desert Area

- NDVI difference map (1987 - 1994) -



LEGEND						
	populated area					
	river					
	roadway					
	railway					
CATEGORY						
	(1) hm → hm		(4) n → l		(7) n → n	hm - high, medium
	(2) n → hm		(5) l → l		(8) l → n	l - low
	(3) l → hm		(6) hm → l		(9) hm → n	n - none

2.5.4 黄土高原の土壤保全対策

黄土高原の土壤侵食状況は既述のとおり、一様でないことから各土壤侵食のタイプに応じて対策を講じる必要がある。文献¹⁾によれば、タイプ別の対策は下記のとおりである。

表 2.5.4.1 黄土高原侵食タイプ別土壤保全対策

土壤侵食タイプ	土壤保全対策
黄土丘陵ゴウホ地区	丘陵斜面を条件に応じて、基本農地、林地、草地に整備し、農林牧の均衡ある振興を図る。ガリ谷には砂防ダムの建設を図ること。
黄土高原ゴウホ地区	砂防ダムの建設を進め、河床の侵食を抑制し、土砂流出による被害を軽減すること。高原部は平坦で優良な農業生産地帯であり、特別な保全対策の必要性はない。
石質山嶺及び林地区	土砂流出は豪雨時の斜面崩壊等により発生する。対策は植林を進め、林業を振興すること。
その他	草原地帯は草地と林地の造成を進め牧畜業を振興すること。大河川沿岸部は、河川堤防等の建設を図ること。

1) 「黄河の治水と開発」黄河水利委員会治黄組編著 1989年5月

2. 6 国家政策

1) 国家開発計画

第8期全人代第4回会議で採択された国家開発計画である「国民経済と社会発展に関する第9次5カ年計画（1996～2000年、以下「九五計画」と略す）と2010年の長期目標」の骨子は以下のとおりである。

- ①九五計画期間（1996～2000年）の経済成長率を年率8%、2000年から2010年までの経済成長率を7.2%（つまり2000年から2010年までに倍増する）とする。
- ②粗放的成長から効率的成長への転換。ここでいう効率的とは資源の最適配置、科学技術の役割や労働者の質的向上の重視、規模の経済などを示す。
- ③農業、インフラ、基礎工業および支柱産業の重視。ここでいう支柱産業とは機械工業、電子工業、石油化学工業、自動車工業、建築業と建材工業を指す。
- ④地域格差を縮小するために、内陸部の発展をいっそう重視する。
- ⑤今世紀末までに農村部における貧困現象を基本的に解消し、2010年には農村で全面的に小康の水準を達成する。
- ⑥市場経済体制を一層発展させ、それに即応した信用制度、投融资制度、価格制度などの改革を推進する。

2) 陝西省の政策

陝西省には「省九五計画から2010年までの陝西省国民経済と社会発展長期計画」が策定されている。これによると、2000年までに1人当たり国民総生産を1980年の2倍にし、貧困を基本的に解消し、生活水準が小康状態になることを目標としている。このとき農村の1人当たりの純収入を1,870元（都市は5,200元）にする。人口は抑制し3,700万人とする。森林被覆率を35%、基本農地（陝北）を0.17ha/人（2.5ha/人）にする。

また、長期目標である2010年までに人口を抑制し4,000万人以下とし、生活水準は小康状態からさらに余裕のある状態へ向上させる。農村部にあっても全面的な小康状態を実現することを目標としており、このとき農村の1人当たりの純収入を3,300元に設定している。このため農業は生産条件の改善による農業の産業化を図るものとし、高収量、高品質、高便益を目指す。

3) 延安市の政策

「地区九五計画から2010年までの延安地区¹⁾国民経済と社会発展計画」では2010年までの農業成長率7.18%/年、人口230万人以下（1.1%/年以下の増加率）、封山育林6万km²、森林被覆率45%を目標としている。

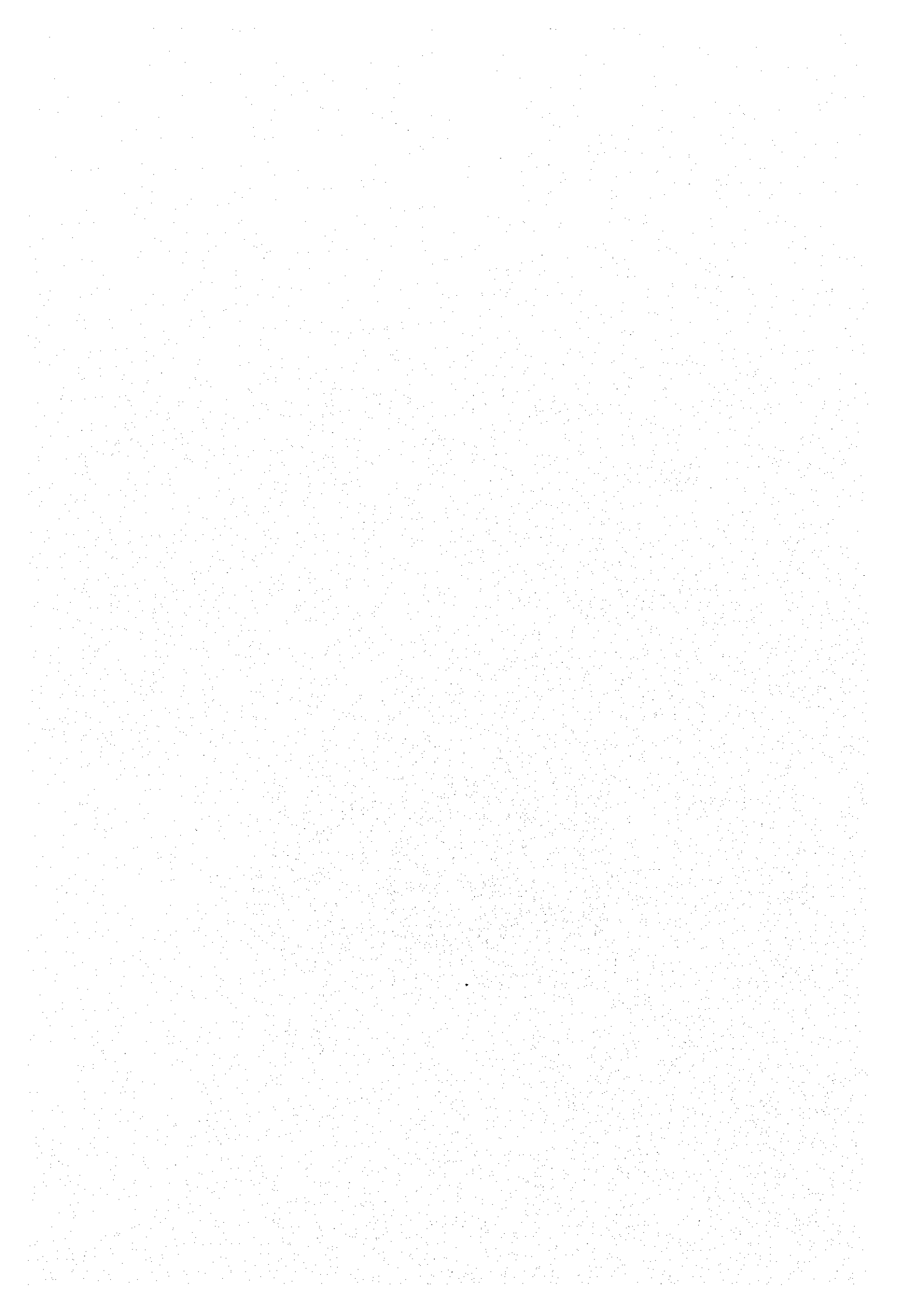
1)延安市は1997年まで延安地区と呼ばれていた。

4) 安塞県の政策

安塞県は陝西省科学技術委員会の指導と安塞水土試験場の協力で「安塞県 1996 ～ 2010 年経済社会発展計画」を策定した。この計画では、2000 年までに全県で貧困から脱却して、2010 年には小康状態に入ること为目标としている。農業関連では、①基本農地の建設を増加し、農地の生産性を高める、②果樹の振興を図り、農業収入を増大させる、③郷鎮企業の発展を図り、農村余剰労働力の活用と農民の所得を向上させることを目标としている。

第3章 調査地域の農業の現状





3. 1 農業気象、水資源

3. 1. 1 農業気象

1) 気温

県の作物生育積算温度は表 3.1.1.1 のとおりである。平均無霜期間は 157 日であり、既往最長期間は 177 日（1983 年）、既往最短は 125 日（1974 年）である。

表 3.1.1.1 作物生育積算温度

温度 (°C)	初日	終日	持続日数	積算温度 (°C)
0	3月 2日	11月 26日	270日	3,887
5	3月 27日	11月 6日	225日	3,744
10	4月 15日	10月 16日	185日	3,420
15	5月 7日	9月 23日	140日	2,837
20	6月 15日	8月 20日	67日	1,487

出所：安塞県気象局データから算出

2) 降水

(1) 0.1mm/day 以上の降水

1986～95年の0.1mm/day以上の年平均降水量は503mm、降水日数は88日である。一方、作物の生育の可能な4～10月の平均降水量は458mm、降水日数は71日で、単純平均すると2.1mm/day、3日ごとに降水があることとなる。4～10月の最長連続干天日数(0.1mm/day未満降水の最長連続日数)の平均は17.7日となる(付表3.1.1.1を参照)。

(2) 5 mm/day 以上の降水

畑地灌漑計画を策定する場合、日本では5 mm/day未満は灌漑には無効として計上しない。5 mm/day以上を対象とした場合の年平均降水量を見ると421mm、降水日数は28日となる。一方、4～10月の平均降水量は398mm、降水日数は23日で、5mm以上の降水は9.3日に1度となる。4～10月の最長連続干天日数(5 mm/day未満降水の最長連続日数)の平均は37.4日となる(付表3.1.1.2を参照)。

(3) 排水計画基準降雨

中国において、棚畑の設計で一般的に使用されている20年確率の降雨を採用する。降雨データについては、付表3.1.1.1に示す日最大雨量をもととする。確率降雨計算結果から20年確率の日降雨量は、81mm/dayとなる。

時間降雨強度については長期間にわたる測定結果がないことから、シャーマンの降雨時間分布式を用いて計算する。その結果は下表のとおりである。

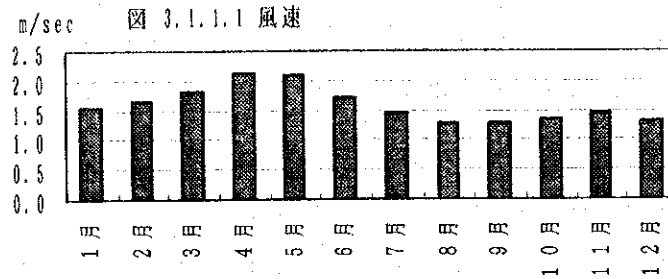
表 3.1.1.2 20年確率の排水計画基準降雨強度

日降雨強度 (mm/day)	1時間降雨強度 (mm/hr)	30分降雨強度 (mm/hr)
81.0	16.5	23.4

3) 風、日照、湿度、蒸発

(1) 風

1986～95年の月別平均風速の変化は下図のとおりである。作物の作付け期および幼苗期の4月、5月に風が強い（付表3.1.1.3を参照）。



出所：安塞県気象局データから算出

(2) 日照

調査地域の緯度を北緯 37 度として、計算上の日平均日照時間を求めた。さらに実測日照時間の 10 年間の平均を計算した。以上をまとめると下表のとおりである。4 月～10 月の実測日照時間の合計（10 年間の平均）は 1,481 時間である（付表 3.1.1.4 を参照）。

表 3.1.1.3 日平均日照時間

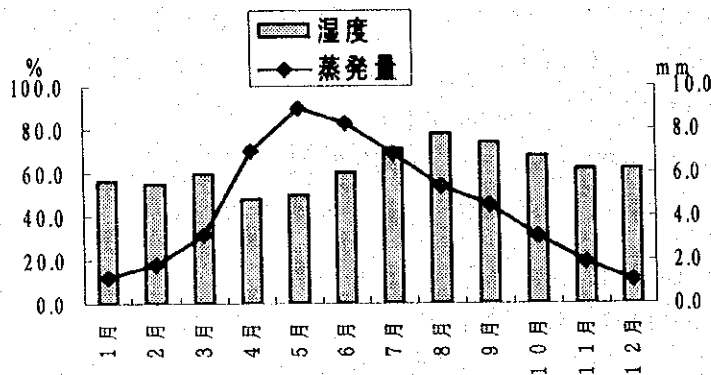
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北緯 37 度日照時間 ①	9.9	10.9	11.9	13.2	14.2	14.7	14.5	13.6	12.4	11.3	10.2	9.6
実測日照時間 ②	6.0	5.7	5.7	7.3	7.3	7.4	7.4	6.6	6.6	5.5	5.6	5.2
②/①×100 (%)	60	52	48	55	54	50	51	49	53	49	55	54

出所：安塞県気象局データから算出

(3) 湿度、蒸発

1986～95年の日平均湿度、蒸発量の月別変化は下図のとおりである（付表 3.1.1.5～6 を参照）。日照時間が長く、気温も上昇し、湿度も低く、かつ風速の大きくなる 5 月には、蒸発量が最大となり 9mm/day となる。年間総蒸発量は 1,618mm で、これは年降水量の 3.2 倍である。

図 3.1.1.2 湿度、蒸発



出所：安塞県気象局データから算出

3. 1. 2 水資源

1) 河川

県城地点における延河の流況を付表 3.1.2.1 に示している。延河の河状係数¹⁾の平均値は 659 と非常に大きく、利水には適していない²⁾。一方、100km² 当たりの渇水量で見ると、日本の河川では約 1 m³/sec であるのに対し、降雨量が日本の約 1/4 の本地域における延河の数値は 0.01 ~ 0.02m³/sec と極めて小さい。これは、主として流域に水源涵養林がほとんど無いことに起因する。

2) 地下水

三疊紀、ジュラ紀、白亜紀の砂質頁岩における孔隙含水層が広く分布し、水質は良好である。一方、総地下水量、降雨による地下水涵養量、地下水利用可能量については、様々な推定値が挙げられている。延安地区実用水文手冊によると、延河流域では降雨量の 3.6% が地下水補給されている。つまり、毎年 18,000m³/km² が地下涵養されており、最大限この水量が揚水可能となる。

以上の分析結果から、降水、河川流出、地下水涵養の水量バランスを推定すると下表のとおりである。

表 3.1.2.1 1 km² 当たりの水量バランス 単位：m³/年、(%)

降雨量(503mm)	河川流出量	地下水涵養量	蒸発散量
503,000	43,000	18,000	442,000
(100)	(8.5)	(3.6)	(87.9)

一方、現地調査において地下水の揚水可能量を把握するため、川地の 3 点において直径 2 m の井戸を掘削し、揚水試験を実施した。試験結果は下表のとおりである（付図 3.1.2.1 および付表 3.1.2.2 ~ 4 を参照）。なお、日揚水可能量は最大でも 11m³ と少ない。

表 3.1.2.2 揚水試験結果

井戸名	井戸現況		揚水試験		井戸回復量 (m ³ /hr)	日揚水可能量 (m ³ /day)
	水深(m)	水量(m ³)	揚水量(m ³ /hr)	総揚水量(m ³)		
東 営	1.66	5.20	3.72	5.20	0.188	4.52
馮家営	4.19	13.16	1.32	3.61	0.471	11.31
龍石頭	6.20	19.48	2.40	9.56	0.058	1.38

1) 河状係数 = 最大流量 / 最小流量

2) 延河の流域面積(1,334km²)と同程度の日本の河川の場合、河状係数は 50 ~ 100 であるが、これでも大きく、利水には適していない。

3. 2 土地利用

3. 2. 1 土地利用

1) 土地利用の現状

調査地域は約 108,000ha と広大であることから、衛星写真をもとにリモートセンシング解析を行い、主に植生状況から現況の土地利用現状を把握した（表 3.2.1.1 及び図 3.2.1.1 参照）。農地形態別面積は表 3.2.1.2 のとおりである。

表 3.2.1.1 土地利用の現状

単位：ha、%

郷 鎮 区 分	全体面積 比率	農 地			自然 草地	林地	居住 地	水域	道路 その他
		耕地	樹園地	小計					
真武洞	22,381 100	6,438 29	1,829 8	8,267 37	10,605 48	2,994 13	24 0	21 0	470 2
沿河湾	21,064 100	8,234 39	1,405 7	9,639 46	8,506 40	2,575 12	15 0	6 0	323 2
郝家坪	15,439 100	5,942 39	923 6	6,865 45	7,513 48	727 5	7 0	6 0	321 2
招 安	27,026 100	7,868 29	1,927 7	9,795 36	13,628 50	2,911 11	27 0	3 0	662 3
王 窯	22,413 100	8,016 36	1,616 7	9,632 43	9,356 42	2,727 12	9 0	30 0	659 3
調査 地域計	108,323 100	36,498 34	7,700 7	44,198 41	49,608 46	11,934 11	82 0	66 0	2,435 2
県全体 (参考)	295,045 100	109,992 37	22,184 8	132,176 45	71,335 24	52,204 18	39,330 13		

注 1: 樹園地は安塞県からの聞き取り調査をもとに推計した。

2: 「その他」は崖等である。

3: 県全体は県統計資料で参考数値

出所：リモートセンシングより算定

表 3.2.1.2 農地形態別面積

単位：ha

区 分	耕 地					計	樹園地	合計
	傾斜畑	基本農地			計			
		棚畑	ダムラッド	川地				
真武洞	4,277	1,696	240	225	2,161	6,438	1,829	8,267
沿河湾	5,521	1,776	157	780	2,713	8,234	1,405	9,639
郝家坪	4,776	1,028	95	43	1,166	5,942	923	6,865
招安	5,605	1,911	135	217	2,263	7,868	1,927	9,795
王窯	6,300	1,429	96	191	1,716	8,016	1,616	9,632
調査地域計	26,479	7,840	723	1,456	10,019	36,498	7,700	44,198
比率	59.9	17.7	1.6	3.3	22.7	82.6	17.4	100
県全体 (参考)	85,549 64.7	20,549 15.6	1,999 1.5	1,850 1.4	24,443 18.5	109,992 83.2	22,184 16.8	132,176 100

出所：安塞県政府

現況の土地利用は、複雑な地形を有する山間地でありながら、耕地面積が全体の

34%、樹園地を含めた農地が41%も占めている。それに比べ、林地はわずか11%を占めるにすぎない。農地の形態としては傾斜畑が農地の約60%を占めており生産の中心である。

現地踏査結果及びリモートセンシング結果によると、土地利用概況は以下のとおりである。

(1) 延河、杏子河沿いの川地

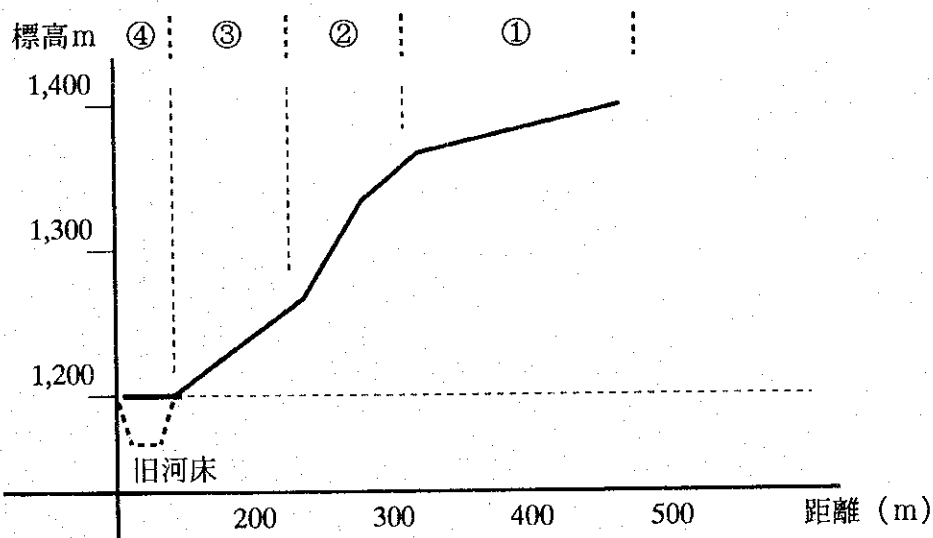
調査地域の中央部を流れる両河川沿いには、幅200～1,000mの川地が広がっている。この川地は河川の堆積物で形成されており、最も農地としての条件の良いところである。図測によると総面積2,765haのうち農地が1,812haである。現地踏査の結果未利用地は無く、ほとんど農地として利用されている。

(2) 山間地

両河川に流れ込む支流沿いの山間地の土地利用は以下のとおりである（図3.2.1.2参照）。

- ①地帯：分水嶺をなす山頂部は比較的傾斜が緩いことから、農地として利用されている。林地は殆ど見られない。
- ②地帯：中腹部は急斜面が多い。土地利用としては30°付近まで農地として利用され、それを越える急斜面は林地、草地（自然草地）として利用されている。
- ③地帯：斜面の基部は比較的傾斜が緩く、農地及び住居地として利用されている。山間部で最も条件の良い地域であり、生産、生活の中心になっている。
- ④地帯：河川の両岸は急斜面であり、平地は極めて限られている。砂防ダム上流に土砂が堆積したダムランドは生産性の高い農地となっている。

図 3.2.1.2 山間地の土地利用概況

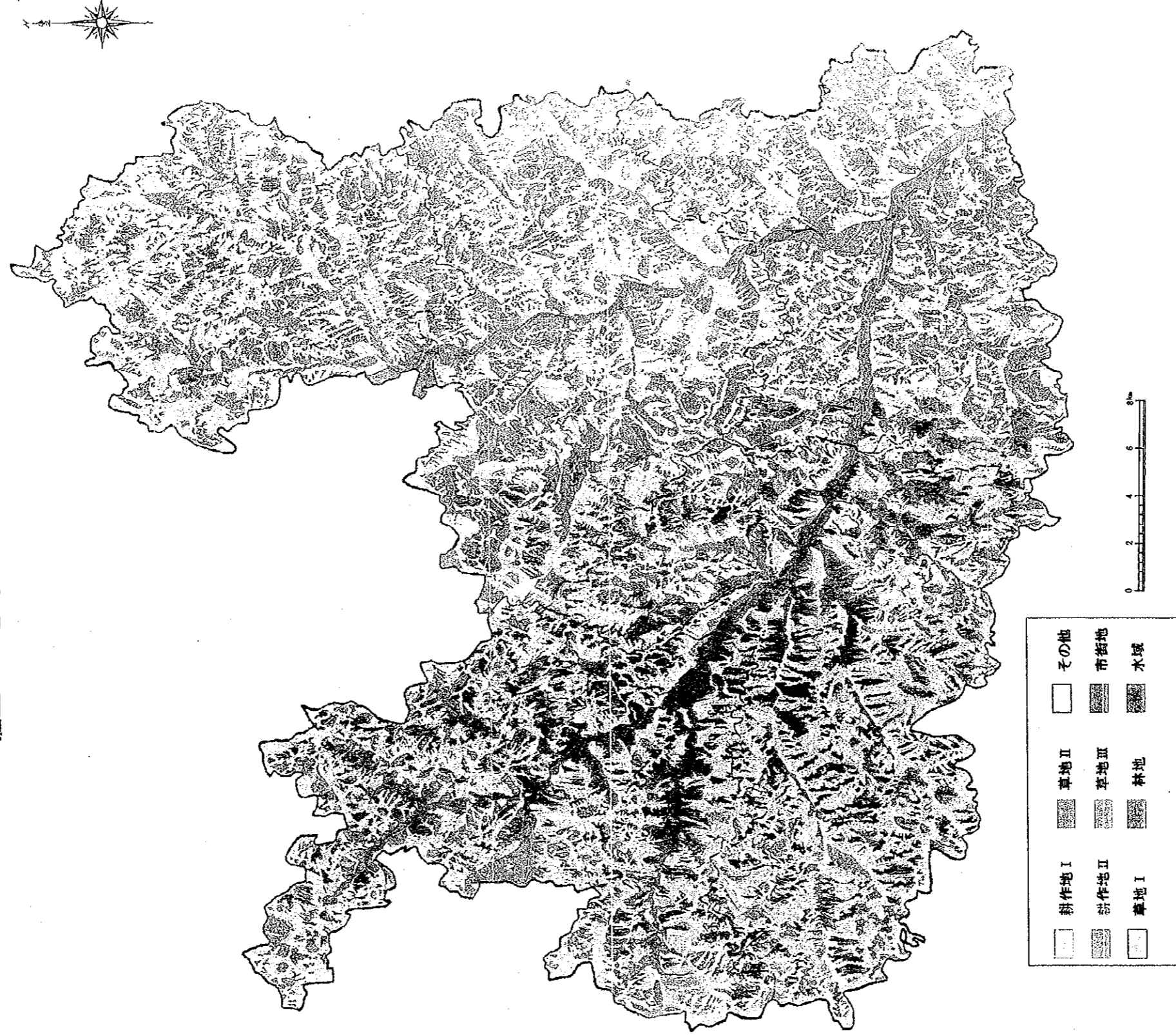


注：郝家坪郷、圓子湾溝のダムランド上流部の横断面を模式的に示す。

出所：現地調査結果

図 3.2.1.1 土地利用現況図

植生・土地利用図 (1990年代)



2) 土地分級

土地分級は傾斜、有効土層の厚さ、土性、レキ含有量のそれぞれの基準で分級し、そのうちの最低位に該当する級位をもって決定される。但し、調査地域では傾斜以外の項目についてはほぼ一様であることから、傾斜を基に土地分級を行う。(表 3.2.1.3 参照)

表 3.2.1.3 耕地の傾斜分級面積調書 単位：ha、%

郷 鎮	≤ 2°	2° ~ 6°	6° ~ 15°	15° ~ 25°	25° ≤	計
真武洞	323	34	1,281	4,250	550	6,438
沿河湾	542	52	1,211	4,803	1,626	8,234
郝家坪	104	8	624	3,388	1,817	5,941
招 安	234	39	474	5,319	1,803	7,869
王 窯	186	49	293	5,231	2,257	8,016
計	1,389	182	3,883	22,991	8,053	36,498
比率	3.8	0.5	10.6	63.0	22.1	100.0

出所:調査結果

水土保持法 第 14 条¹⁾で新規開発が禁止されている 25°以上の耕地が、全耕地面積の 22%を占め、さらに 15 ~ 25°の耕地が約 63%を占めており、15°以上の耕地が全耕地面積の 85%に達している。このような急傾斜地での耕作は生産性が低く、土壌侵食防止上からも問題が多く、改善が必要である。

傾斜角 25°を基準として開発適地を判定していることについて、日本の基準と照合する。「海外技術マニュアル、農地保全」(表 3.2.1.4)によれば、IV級地(25°以上)は土壌侵食の危険性が極めて高いとされており、中国の基準で 25°以上の新規耕作を禁止していることは日本の基準にも合致している。

表 3.2.1.4 土地分級判定基準

分級	傾斜	有効土層の厚さ	土性 (粘土含有量)	レキの含有量
I	8°以下	75cm 以上	砂質植壤土 (15 ~ 45%)	5%以下
II	8 ~ 15°	75 ~ 30cm	粗砂質壤土 (5 ~ 15%)	5 ~ 30%
III	15 ~ 25°	30 ~ 10cm	重植土 (15 ~ 45%)	30 ~ 50%
IV	25°以上	10cm 以下	砂土 (15 ~ 45%)	50%以上

注：I 水食発生の危険性が低い。 II 水食発生の危険性がある。
III 水食発生の危険性が高い。 IV 水食発生の危険性が極めて高い。

出所：「海外技術マニュアル 農地保全」日本農業土木総合研究所編集

1) 水土保持法 第 14 条：勾配 25°以上の傾斜地を開墾し、農作物を植えつることを禁止する。

3) 流域面積別分類

農地保全事業は小河川の流域ごとに計画施行するのが一般的である。そこで調査地域を流域面積別に分類した。分類方法としては延河、杏子河に直接流れ込む流域で①50km²未満(小流域)、②50km²以上(中流域)、および③明確な流入河川が認められないものの延河、杏子河に接する流域とした(付表 3.2.1.1、付図 3.2.1.1 参照)。

① 50km ² 未満 (小流域)	32 カ所
② 50km ² 以上 (中流域)	6 カ所
③ 延河、杏子河に接する流域	17 カ所

3. 2. 2 土地制度

1) 土地制度の概況

改革・開放後、かつての人民公社制度下で集団で所有していた農地の利用権は、「包干到戸」(戸別経営請負制)と呼ばれる、農家個々に農地の利用権を与えて、個々の農家が経営する制度に変更された。配分は、自然村内の農地を土地条件別に細かく分割し、それぞれを各戸の人口割で行っていて、その結果各農家の耕作地は各地に分散している。さらに、各農家の平等性を持続・確保するため、農地の配分面積は5年ごとに見直しをすることが基本方針とされた。

2) 農地利用権配分見直し制度の運用

農地の利用権の配分見直しは、現地調査の結果(付表 3.2.2.1)、大きな人口変動あるいは土地権利の移動を伴う事業がある場合等にのみ行われており、5年ごとに定期的に行われている訳ではない。この制度の運用は行政村に任されており、県は関与していない。

3) 農地制度改革の進行

安塞県を含む延安市では中央政府の方針にもとづき、農地制度改革が1998年5月より実施されている。その内容は農地利用権の配分見直しを原則的に中止し、①農家の利用権を今後30年間保証すること、②県は農地の利用権を認証する書面(土地請負経営権証書、以下「土地権利書」)を発行すること等である(詳細は付表 3.2.2.2)。

農地の利用権が30年間認められることにより、農民が自分の農地への所有意識を高め、農地への投資を促し、安定的な経営を可能にする。更に土地権利書の発行は、利用権が財産として認められることとなり、銀行融資の担保としての価値や、売買による経営規模の拡大を促進する。この制度改革は、中央政府が農地制度においてもより自由化を進める方針であることを示している。

4) 林地、草地利用権の実態

改革・開放後の農地利用権配分の定着から、林草地の利用権の私有化が行われるようになった。その方法は農地とは異なり、農民への均等配分ではなく、入札により競売する方式で行われている。裸地化した山は主に植林用に最低価格を提示して入札にかけられる。落札者には50～100年の利用権が認められている。植林をしないと利用権は没収される。林地の利用権の売買は、その土地に植わっている樹木の売買とみなされ売買が認められている。現在植林済みの林地はほとんどが入札にかけられ、個人が使用権を有する私有林となっている（林地の所有権は国が所有）。

自然草地はほとんどが明確な利用権の設定がされないまま、慣習的に放牧家畜を有する農家による集団使用となっている。これは、①利用権を個人で取得しなくてもどこでも放牧ができること、②土地条件が悪く利用権取得者の裨益が少ないこと、から利用権の配分が進んでいないことによる。これらの草地の所有権は行政村に属している。

林草地のうち、調査地域全体で約14千haが競売され個人にその利用権が付与されている。一方、土地利用の実態調査によると、林草地の総面積は約62千haであり、対象面積のうち23%しか競売が成立していない（林草地の競売実績は付表3.2.2.3参照）。

5) 整備後の農地譲り渡し方法

新たに建設された棚畑及びダムランドは、ほとんどが上述の既耕地と同様に戸別経営請負制で配分され、既耕地の利用権と同じ扱いとなっている。

しかしながら、一部の新設棚畑及びダムランドは、数年間（1年から5年）あるいは30年間の利用権付きで入札されている場合もある。

県として統一した方針はなく、各行政村、各郷鎮によりその地域の実状にあった方式が選択されている。なお、市場経済に応じて実験的に入札方式で譲り渡している実例もある。

3. 2. 3 農地の分散状況と配分方法の実態

1) 農地保有の現状

現地調査によれば1戸当たりの農地保有（利用権の保有）カ所数は表3.2.3.1のとおりである。単純平均で計算すると8.6カ所/戸で、農地が分散されていることが裏付けられる。農地の分散化は1カ所当たりの面積が小さく非効率になり、通作・運搬作業に多大な時間を要し、農業機械化を困難にするなど営農上の障害になっている。

表 3.2.3.1 農地の保有状況調査結果

郷鎮	行政村	家族人数	農地の保有カ所
郝家坪郷	圓子湾	6	11カ所 (傾6、棚5)
真武洞鎮	湯家河	4	10カ所 (傾8、ダ2)
		5	11カ所 (傾11)
	張家峯	5	9カ所 (傾7、棚1、ダ1)
	李圪塔	4	7カ所 (傾3、棚3、ダ1)
	杜庄	5	8カ所 (傾5、棚2、ダ1)
	任塌	2	4カ所 (傾4)

注：傾；傾斜畑、棚；棚畑、ダ；ダムランド

出所：現地調査結果

2) 農地配分方法

農地の利用権の配分方法は次のとおりである。

(1) 配分する基礎単位

自然村ごとに配分する。自然村の境界はおおむね人民公社時代の生産隊の範囲となっており、1950年代より農村の基本的な単位として定着している。

(2) 配分手順

①自然村内の農地を条件別に分類する。考慮されている条件は、農地の基盤条件(棚畑、灌地、緩傾斜地、急傾斜地、ダムランド)、集落からの距離、農地の方向(北向き、南向き)、その他である。

②分類された農地ごとに、各戸の人数あるいは労働力数ごとに均等に農地の利用権を配分する。

農地配分は、完全な平等を確保するため、自然村内の土地を条件別に細かに分類し、その分類された土地に各戸の人数に比例して土地を張り付ける手法をとっている。上記の②の具体的な配分方法は「くじ」で行い各農家の平等を図るようにしている。各戸の人数は老人子供も含めた家族人数で行うのが一般的である。

農地配分の具体的方法は、付図 3.2.3.1 に示す。

3. 2. 4 土壤侵食危険度の判定

土壤侵食の現状と危険度を把握するため、リモートセンシングを用いて検討を行った。その手法及び検討結果は以下のとおりである(詳細は付属書 3.2.4)。

1) 調査手法

土地分級に用いる主題図は、①水系分布図、②地形分類図、③傾斜区分図、④土壤区分図、⑤谷密度区分による荒廃状況図、⑥植生・土地利用図である。

この中で土壤侵食の程度を示す荒廃状況は、人工衛星データの解析だけでは判断が付かない。そこで、①農用地整備公団が実施した「中央アジア砂漠化防止基礎調査

（平成6～7年度）」で行われたメッシュ内の谷延長からガリ侵食の程度を把握する手法、および②安塞水土試験場で採用されている地形図からガリ谷密度を求め侵食の程度を分類する手法を参考にし、調査地域内を次数別に水系区分を行った上でその区分ごとにガリ谷密度を判定して荒廃状況図を作成した。

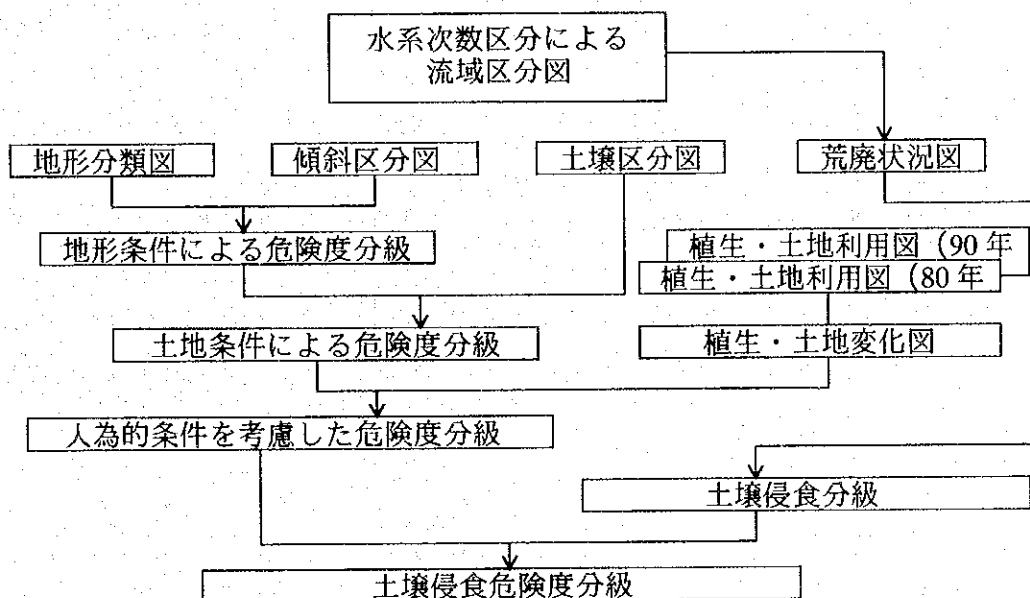
表 3.2.4.1 主題図の内容

項目	内容
①水系分布図	五万分の一地形図を用いて流域を区分し、ストレーラーの方式により次数区分を行い、二次水系を調査の基本となる流域単位とした。
②地形分類図	地形を、山地山頂部、山地急斜面、山地緩傾斜面、谷地形に分類した。
③傾斜区分図	五万分の一地形図から傾斜を5段階に分類した。
④土壌区分図	安塞水土試験場の調査結果を引用して土壌区分を行った。
⑤荒廃状況図	①の水系区分された流域単位ごとに谷密度を算定し、その大小で荒廃状況を分類した。
⑥植生・土地利用図	衛星画像データを解析し、耕作地（Ⅰ～Ⅲ）、草地（Ⅰ～Ⅲ）、林地、その他に分類した。

上記で作成した主題図を、デジタル・データ化しオーバーレイ処理などを行って段階的に土地分級評価を行った。その結果を①土壌侵食分級図、②土壌侵食危険度分級図としてとりまとめた。

土地分級の考え方は、図 3.2.4.1 に示すとおりである。

図 3.2.4.1 土地分級のフローチャート



2) 解析結果

人為的条件を考慮した危険度分級結果と土壌侵食分級結果とを組み合わせ、土壌侵食危険度分級図を作成した。危険度は以下の3段階に分類した。

表 3.2.4.2 土壌侵食危険度

区分	危険度	条 件
危険度A	非常に危険	ガリ密度が13km/km ² 以上、あるいは山地急斜面で傾斜25°以上で林地以外の土地利用
危険度B	危険	ガリ密度が10~13km/km ² あるいは傾斜15°~25°で林地以外の土地利用
危険度C	危険が少ない	上記以外の土地

注：詳細は付属書 3.2.4 参照

計算結果は、表 3.2.4.3 及び図 3.2.4.2 に示すとおりである。なお、本地域は黄土高原の中で土壌侵食がきわめて進行しているところであり、地域全体が土壌侵食の危険性が高いと判断されている。本分級は其中でさらに危険度を細かく分類したものである。

地形的には、谷底部、尾根部など傾斜の緩い箇所では危険度Bや危険度Cが多く現れている。郷鎮別では、比較的山間地域が多い郝家坪、王窯は危険度Aの割合が高くなっている。

表 3.2.4.3 土壌侵食危険度分級結果

危険度		真武洞	沿河湾	郝家坪	招 安	王 窯	全 域
A	面積 (ha)	4,366	4,098	5,845	6,040	7,279	27,628
	面積率 (%)	19.5	19.4	37.9	22.3	32.5	25.5
B	面積 (ha)	9,465	8,507	5,911	12,020	8,919	44,822
	面積率 (%)	42.3	40.4	38.3	44.5	39.8	41.4
C	面積 (ha)	8,550	8,459	3,683	8,966	6,215	35,873
	面積率 (%)	38.2	40.2	23.8	33.2	27.7	33.1
計	面積 (ha)	22,381	21,064	15,439	27,026	22,413	108,323
	面積率 (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

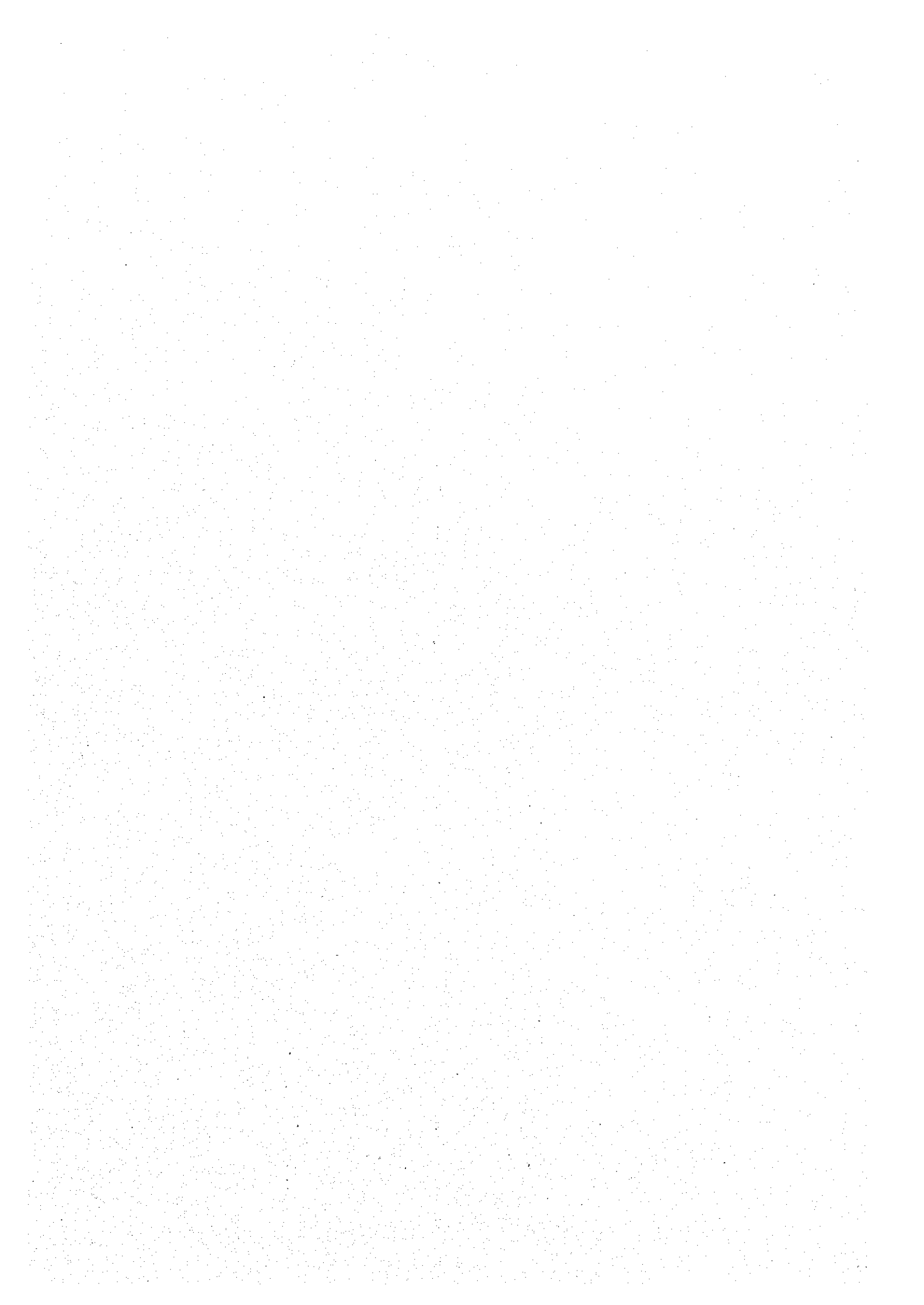
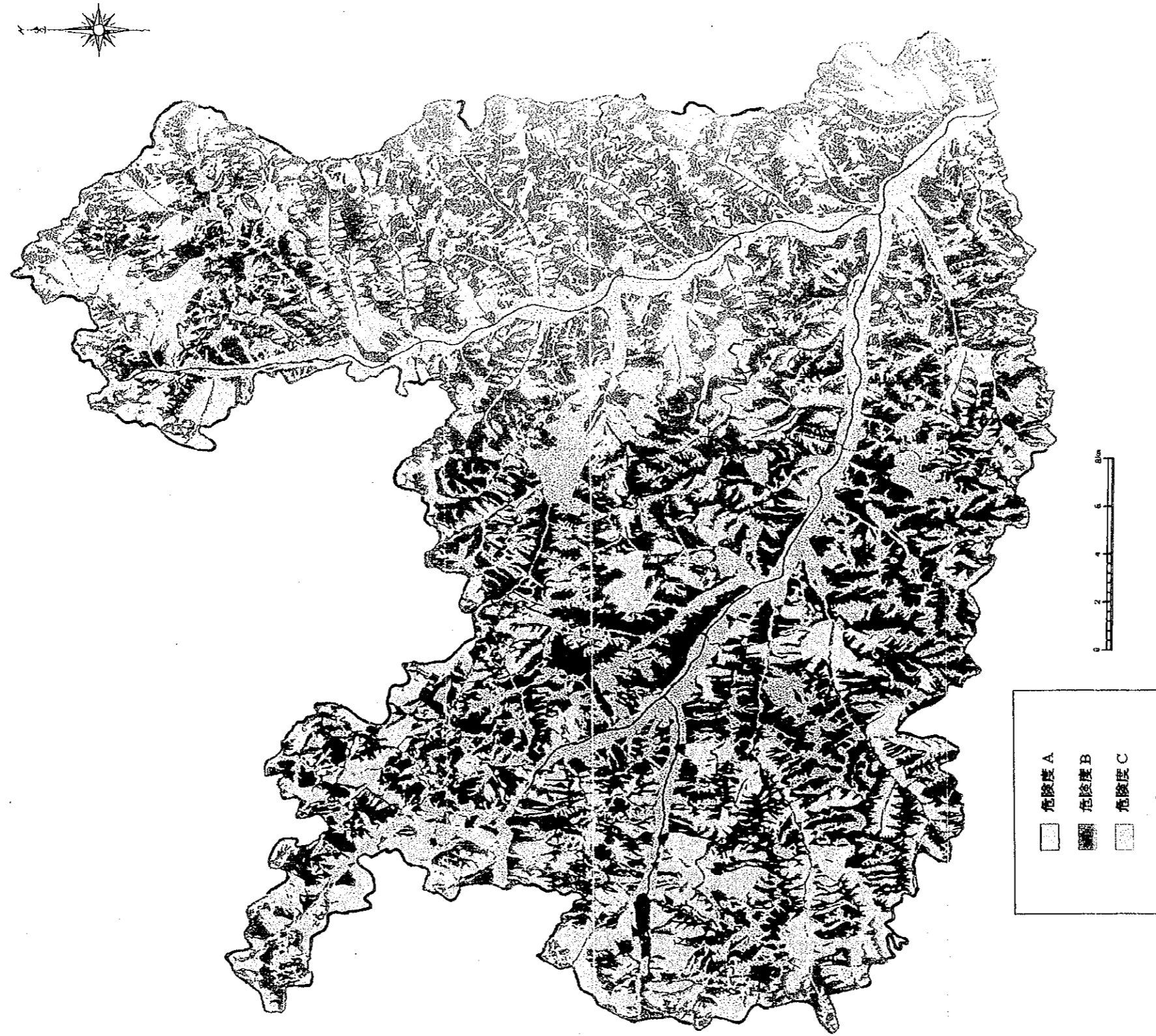


图 3.2.4.2 土壤侵食危险度分級图

土壤侵食危险度分級图



3.3 農業経済

3.3.1 地域概況

調査地域は5郷鎮、102行政村で構成されている(図3.3.1.1及び表3.3.1.1参照)。総人口、農家人口、農家戸数とも増加が続いている。1990年と1996年の人口推移は、総人口が7%、農家人口は2%の増加で、共に県の増加率を上回っている。但し、招安鎮は2%の減少となっている。農地の利用状況について見ると、耕地のうち、基本農地のダムランド、棚畑は増加しているが、傾斜地は棚畑と果樹園に振り向けられ減少している。

表 3.3.1.2 総人口、農家人口の推移 (1990年、1996年)

	1990			1996			伸び率 (%)	
	総人口	農家人口	%	総人口	農家人口	%	全体	農家
安塞県	147,914	136,604	92	151,320	138,307	91	2	1
真武洞	22,198	15,502	70	26,051	16,305	63	17	5
沿河湾	16,292	15,825	97	16,528	16,021	97	1	1
郝家坪	8,900	8,788	99	8,980	8,818	98	1	0
招安	13,783	13,363	97	13,446	13,106	97	-2	-2
王窯	10,083	9,682	96	10,365	10,075	97	3	4
計	71,226	63,160	89	75,370	64,325	85	7	2

出所： 安塞県政府、郷鎮調査表

表 3.3.1.3 農家人口、農家戸数

区分	農家人口(人)	総戸数(戸)	農家戸数(戸)%	戸当農家人口
安塞県	138,307	35,253	30,051 85	4.6
真武洞	16,305	7,421	3,554 48	4.6
沿河湾	16,021	3,816	3,510 92	4.6
郝家坪	8,818	2,212	2,128 96	4.1
招安	13,106	2,824	2,650 94	4.9
王窯	10,075	2,292	2,195 95	4.7
計	64,325	18,565	14,037 76	4.6

出所： 安塞県政府、郷鎮調査表

3. 3. 2 農業生産概況

黄土高原の中心で雨量が少なく、平地の少ない山間地に展開する天水畑作地帯となっている。これらを反映して主たる生産作物は、省の平均とは様相を異にし、少ない雨量でかつ天水のみで栽培可能なものが主体となっている。自給用穀物としてのアワ、トウモロコシ、キビ、ソバ、コウリヤン、豆類としてダイズ、雑豆、芋類としてバレイショ、油料作物としてアサ、ラッカセイ、ヒマワリ、その他としてタバコ、野菜、瓜類、また果樹としてリンゴ、アンズ、ナシがある。畜種は省とほぼ同じであるが緬山羊の割合が多い。

厳しい農業自然条件による低い単位収量を面積でカバーするために、多くの山の頂まで畑にされている。安塞県の農家戸当たり耕地面積は 3.7ha、調査地域は 2.4ha と陝西省の平均耕地面積 0.5ha の 5 倍以上となっている。この面積の拡大は干ばつ等の被害を少しでも分散しようとする、いわゆる保険的な要素によるものである。

農業生産の最近の特徴としては、①傾斜地と川地に植栽されたリンゴ(日本のふじ)が収穫樹令に達し、内蒙古自治区など省外への販路が拡大しつつあること、② 1992 年から導入された川地での温室¹⁾による野菜栽培が団地として成立し、流通に問題を抱えながらも延安宝塔区を主体(70%)とする出荷で生産は軌道に乗りつつあることである。

3. 3. 3 農家経済

農家は飲料水確保を重視し、多くは谷沿い南面山地の中～下段に集居している。営農形態を概観すると、山間丘陵地では、ほとんど全ての農家が穀物、豆類、薯類、油料作物を作付けている。これらは自給用作物として生活に欠かせないものである。なお、穀物のうちアワ、トウモロコシ、豆類(主にダイズ)、バレイショ等は余剰が出来る販売に向けられる。農家により異なるが、タバコと果樹(リンゴ、アンズ、ナシ)との複合形態がある。タバコは天候による生産の不安定に加え国営烟草会社の買い入れ制度に基づく恣意的な等級設定による収入の不安定さがある。リンゴは、収穫樹令に達した農家は安定した収入を得ている。家畜はロバ、牛、緬山羊、豚、鶏等を大なり、小なり飼養しており生きた貯蓄の役割を果たしている。農家の農業機械所有は少なく、3ha 前後の傾斜地を畜力と人力で耕作している。

川地での温室による野菜栽培は高収益をもたらしており、いわゆる万元戸農家の発生も見られており、温室野菜栽培の普及している郷鎮の貧困率は概ね低くなっている。

調査地域のうち2つの郷では、石油の採掘が行われており、採掘作業や石油運搬に

1)北面を土壁、南面をビニルで覆った構造で日中の太陽熱と夜間の蒞被覆による保温施設(図3.5.2.2参照)

従事する農業外収入が多い。温室野菜栽培とリンゴ農家以外には、際だった高収入農家はなく、農家収入の差は農外収入によって生じており、農外収入の占める割合が40%を越える農家もいる。また、地域の農家経済は食糧の自給はかろうじて達成されているものの、現金収入の少なさが消費生活を困難にしている。

農家アンケート調査結果によると、年間収入は戸当たり 4,608 元（1人当たり 992 元）、年間生計費 4,263 元（1人当たり 853 元）、借入金は戸当たり 985 元（1人当たり 197 元）で、農家の収支はかろうじて均衡している。

また、「中共安塞県委員会・安塞県人民政府、1997 年全県貧困脱却に関する実施意見」によれば、1996 年末の全県農民 1 人平均純収入は 1,196 元となっている。

3. 3. 4 農産物買付制度

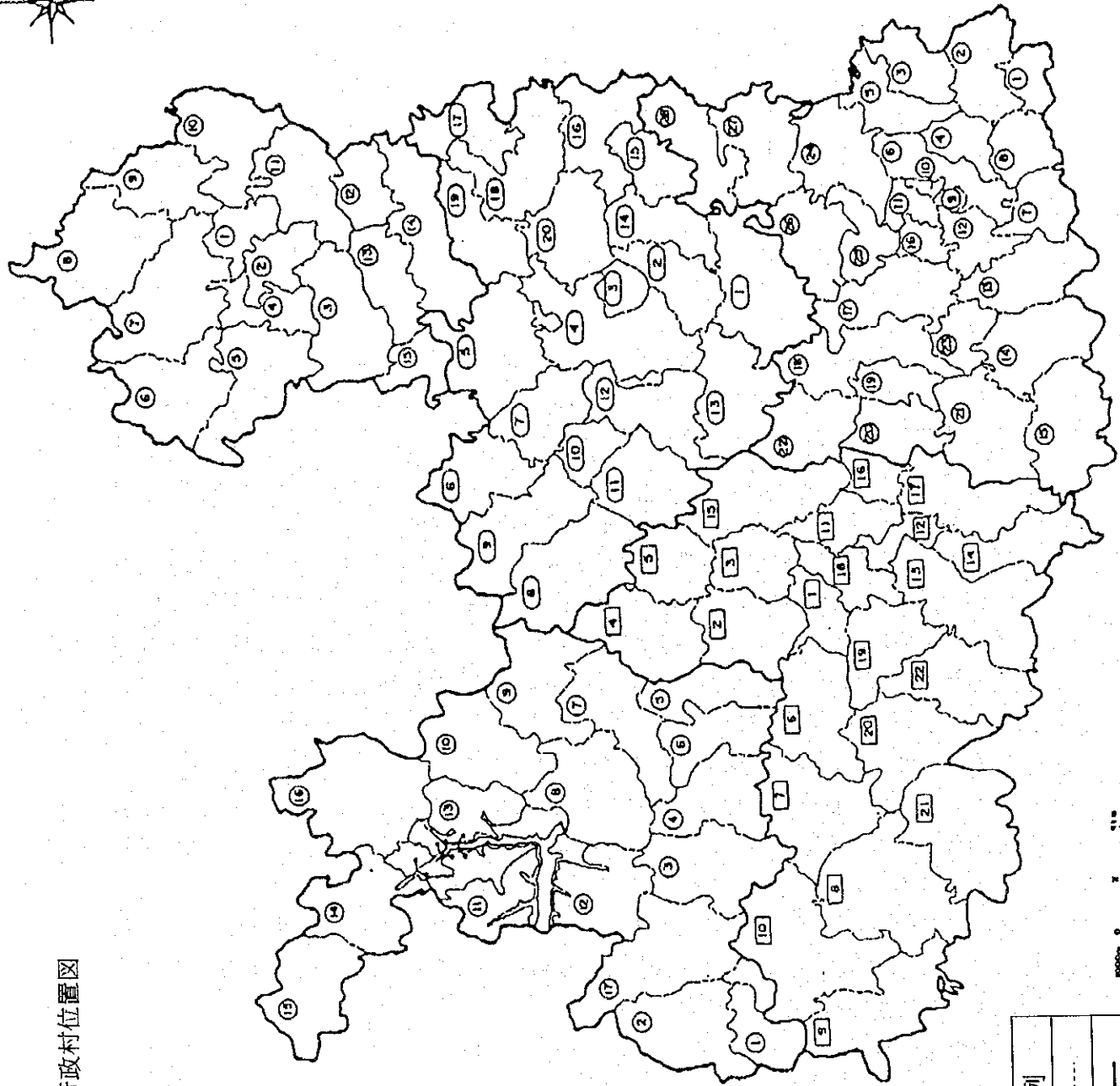
主要穀物の流通は国家（国営食糧部門）の買付と自由市場による売買がある。また、国家の買付制度には、「契約買付価格」、「議価」と「保護価格」による買付がある。

- ①契約買付価格（政府と農民が数量・価格・基準品質について契約）は政府（国および省）によって定められており、もともと低い水準に抑えられていたが、近年大幅に引き上げられた。農民には売り渡し義務がある。
- ②議価は、契約買付価格での販売義務を越えた分について、国に売り渡す価格で協議価格とよばれる。議価は市場価格に準じており、市況の変動に応じて変動する。
- ③保護価格は政府（国および省）が生産奨励、貧困対策など政策的に設定した価格である。1996～97 年、政府は市場価格より高い保護価格による買付を行い、市場価格の下落を防いだ。

安塞県では、契約買付価格による買付作物としてコムギ、トウモロコシ、アワ、ダイズがあり、生産量についての割り当てがある。コムギは生産量が少ないため売り渡し契約量に相当する額を金納として義務を果たしている。トウモロコシの契約買付価格は 1.28 元/kg（0.64 元/斤）、アワは 1 元/kg（0.5 元/斤）である。

省政府の貧困対策として、安塞県ではトウモロコシを保護価格の対象作物とし、価格は 1.6 元/kg（0.8 元/斤）とされ、市場価格がこれを下回る時は、この価格での政府による買付が行われることになっている。

自由市場の流通は年々拡大している。



例	
凡
行政村界	—————
鄉鎮界	—————

图 3.3.1.1 調查地域行政村位置图

表 3.3.1.1 調查地域行政村一覽表

No	真武洞鎮	沿河灣鎮	郝家坪鄉	招安鄉	王壩	No
1	馮家營	楊家溝	郝家坪	招安	林溝	1
2	白坪	白家溝	橋坪	白坪	樊莊	2
3	真郊	侯家溝	仙人橋	陽嘴	李家溝	3
4	徐家溝	李家灣	園則灣	三王溝	小橋溝	4
5	東營	閻塔	新窑坪	碾盤溝	白渠	5
6	方界寺	史家溝	肖官驛	閻莊	高溝口	6
7	汪岔	孫家砭	寺溝	大新莊科	高橋	7
8	湯河	馬家溝	新茂台	康岔	王壩	8
9	張峁	前街	半溝	九台	白台	9
10	李圪塔	后街	王龍塔	前山	莊科	10
11	任塔	碟子溝	蛇溝	枣灣	白家	11
12	杜莊	磚窑溝	窑灣	周石壩	吳家灣	12
13	陈家沟	方家河	雷家河	周屯	康廟	13
14	五里灣	崖窑	楊桐	張新窑	曹嘴	14
15	大西水	寨子灣	龍安	李塌	王台	15
16	沙塔溝	黃崖根		龍石頭	峙嶺先	16
17	中嘴峁	閻家灣		楊圪塔	馮莊	17
18	关仙嘴	侯門溝		王溝門		18
19	廂灣	云坪		謝屯	前謝屯	19
20	陽莊	茶坊	茶房	李石壩		20
21		寺嶺		岳中莊		21
22		坊塌		柴新莊		22
23		畔坡山				
24		劉莊	前劉莊			
25		邊牆				
26		賈家砭				
27		高家峁				
28		王家河				

注 原則上以田啟明先生提供的九六年底鄉鎮基本情況表中的村名為基礎。同時記入1:75,000 土地利用狀況圖(90年5月)和87年陝西省民政廳編制的安塞縣行政區劃圖的村名,以作參考。

3. 4 土壤侵食

3. 4. 1 土壤侵食状況とその要因

1) 土壤侵食状況

黄土高原は 20 ~ 100m の厚い黄土層で覆われている。長期間にわたる森林伐採、急傾斜地の耕作、過放牧により、表土は植物被覆の保護を失い、雨期の強い降雨により土壤侵食を引き起こしている。植物被覆のない表土は、団粒構造に乏しく、降雨時に雨滴の衝撃により表土の細粒分が飛散し、激しい土壤侵食を受ける原因となる。一定の表土浸透能力以上に雨量が達した時に降雨の地表流出が始まり、地形に従い高所から低所に向かい次第に集中して土壤流亡を強める。集中した水流は斜面上に細溝(リル)を形成し、それが次第に発達しガリを形成する。このガリの極度に発達したものが、ゴウホと呼ばれる侵食谷である。ガリ谷の継続的な発達と拡大は、谷頭を延長し平坦部を侵食し、谷の底部を侵食開削し、ガリ谷を拡大させる。ガリ谷が極度に発達すると、表面を覆っている黄土を全て侵食流出させ、下部にある古土壤あるいは基盤岩を露出させる。

調査地域の年間土壤侵食量は、約 11,000t/km² と推定されている。この土壤侵食量は年平均 1cm 近くの表土が流出していることになり、非常な速度で侵食が進んでいることが窺える。

侵食状況は以下のとおりである。

- ①地域の中央部を流下している延河、杏子河流域の河川沿いに広がる平野部については、勾配も緩いためガリ侵食は少ない。しかしながら圃場によっては、農地の表面侵食、細流侵食が生じている。平野部から山に向けては 30°を越す急傾斜の崖で構成されており、特に耕地として利用されている稜線部の下部ではガリが発達しており侵食が進行している。
- ②流域面積 50km² 未満の小流域では、河床部は開削され基盤岩が露出しているところが多く、河の両岸が傾斜 30°を越す崖になっているところが大半であり、河川沿いの緩傾斜の耕地は限られている。さらに、この支流に向けてガリ谷が多数発達している。農地はこのガリ谷の間に位置する比較的傾斜の緩い稜線部と山頂部が中心である。
- ③流域面積が 50km² 以上の中流域は、河川沿いに一部川地があるが、山間部分に入ると、上記の小流域と状況は同じである。

延河、杏子河流域の河川沿いに広がる川地部を除くほとんどの地域で強烈なガリ侵食が進んでいる。

中国では、ガリ侵食の程度を示す指標として、ゴウホの密度を使用している。水利電力部制定の「水土保持規範」によれば、以下のとおりである。

表 3.4.1.1 土壤侵食等級参考指標

土壤侵食等級	ゴウホの密度 (km/km ²)	ゴウホの占める面積比率 (%)
I 微度侵食	明確な侵食がない	
II 軽度侵食	< 1	< 10
III 重度侵食	1 ~ 2	10 ~ 15
IV 強度侵食	2 ~ 3	15 ~ 20
V 極強度侵食	3 ~ 5	20 ~ 25
VI 強烈侵食	> 5	> 25

出所：水土保持規範

調査地域の侵食状況を把握するため、各郷鎮ごとに1つの小流域を対象にしてゴウホの密度を測定した（表 3.4.1.2 参照）。

表 3.4.1.2 ゴウホ密度

郷鎮名	流域名	流域面積	ゴウホの延長	ゴウホの密度
真武洞	大西溝支流	23.3 km ²	210 km	9.0 km/km ²
沿河湾	紙房溝	8.3	66	8.0
郝家坪	揚桐溝	8.8	59	6.7
招安	康分溝支流	13.8	149	10.9
王窯	雷ソ溝支流	11.6	105	9.1

注 1：紙房溝については、安塞水土試験場の実測

2：その他の小流域については、図上測定

測定の結果、ゴウホ密度は6 ~ 11km/km² に達しており、これは水土保持規範によるVI強烈侵食に属することになり、ガリ侵食が相当進行していることが裏付けられる。

2) 土壤侵食の要因

土壤侵食の発生要因には、自然的要因と傾斜地を開発利用せざるを得ない社会的要因がある。自然的要因として土壤の性質、降雨量、地形、植生の4つの要因を中心に、安塞水土試験場の研究成果等に基づき本調査地域での特徴を整理すると次のとおりとなる。

(1) 土壤の性質

本地域で支配的な黄土の組成は、砂分 (> 0.02mm) 48.2%、シルト分 (0.02 ~ 0.002mm) 38.5%、粘土分 (< 0.002mm) 13.3%であり¹⁾、国際土壤学会法による分類ではシルト（微砂）に分類される。物理的性質は表 3.4.1.3 に示すように、液性限界が低く、強い雨により土壤面が湛水すると容易に液状化し流出しやすい性質を持っている。また、有機質の含有量も 0.3 ~ 0.5%と低く団粒構造も十分に発達していないことから水食に対する抵抗力は弱いと考えられる。

黄土は、その耐侵食性は全く同一ではなく、粘土分の含有量が異なることにより耐

1)「中国黄土高原の緑化に関する基礎的研究」(松本 聡、1990)

侵食性が異なる結果が出ており、その目安は以下のとおりである。

①粘土分が 10%を下回ると耐侵食性が極めて低い。

②粘土分が 20%を上回ると耐侵食性が高い。

これは、粘土の含有量が土壌の粘着力を左右している結果であり、土木構造物の設計に当たってはこれらのことに留意することが必要である。

表 3.4.1.3 黄土の物理的性質

比重(t/m ³)	自然含水比 (%)	液性限界(%)	塑性限界(%)	塑性指数
2.74	12.2	28	21	7
2.77	15.2	33	22	11

注：2 サンプルの測定結果

出所：安塞水土試験場

(2) 降雨量

降雨と土壌侵食は強い相関関係を有している。調査地域では降雨が主に 6 月から 9 月に集中しており、当然土壌流出量もこの時期に集中する。降雨が始まってから、地面の浸透能力を越える量の降雨に達したときに表面流出が始まり、一定の表面流出量と速度になったときに土壌流出が始まる。土壌侵食量は主に雨量強度により決まるが、地面が乾燥し、かつ浸透性が確保されていれば、たとえ雨量強度が高くても土壌侵食は起こらない。

表 3.4.1.4 は安塞水土試験場が紙房溝小流域で測定した雨量と土壌侵食量の関係である。雨量強度が高い 1985、1988 年において、多量の土壌侵食を起こしている。さらに注目すべき点は、強い降雨が到来した場合には、その年の大半の土壌侵食を一回の降雨で起こしてしまうことである。両年では、それぞれ 75%、99%を占めている。

表 3.4.1.4 紙房溝流域日最大土壌侵食量

日時	降雨総量 mm	平均雨量 強度 mm/hr	最大 30 分 雨量強度 mm/min	1 日最大 土壌侵食量 ① t	当 該 年 土壌侵食量 ② t	日最大土壌侵 食出量が当該 年に占る割合 ①/② %
1985. 8. 5	53.3	15.24	0.850	73,180	97,474	75.1
1986. 7. 6	16.4	3.91	0.500	1,340	3,667	36.5
1987. 4. 19	35.9	3.48	0.550	47,277	92,010	51.4
1988. 8. 4	137.6	6.44	0.940	133,330	134,265	99.3
1989. 7. 16	105.1	9.81	1.000	10,468	27,461	38.1

出所：安塞水土試験場

黄土高原における土壌侵食は、夏期の強い雨によることは確かであるが、必ずしも雨量強度のみが原因ではないと考えられる。上記の雨量データにおいても最大 30 分雨量強度が 1 mm/min 程度であり、この雨量強度は時間最大で 60mm/hr に相当し、中国の他地域、日本と比べても特別大きな値ではない。

(3) 地形

安塞水土試験場では、実験圃場を設置し、長年にわたり、降雨、圃場の傾斜度、圃場の斜面長を変えながら土壌侵食量を測定し、その結果を解析して、侵食量の予想モデル計算式を検討している。土壌保全対策を検討するにあたっては、調査地域の地形が急峻であることから、特に圃場の傾斜角度及び斜面長が重要な要素になる。

a)傾斜

安塞水土試験場が考案した傾斜角度に関する侵食モデルは次のとおりである。

設定条件：裸地状態、斜面長約 50m。

$$M = 202.553 \times S^{1.308} \quad \text{実測と計算式の相関係数 } f = 0.995$$

このとき、M:年間平均土壌侵食量(t/km²)
S: 傾斜角度(°)

このモデルにより計算すると、傾斜角度別侵食量は以下のとおりである。

表 3.4.1.5 裸地の傾斜別侵食量

傾斜角度 (S)	年間平均土壌侵食量 (M)
5°	1,700 t/km ²
10	4,100
15	7,000
20	10,100
25	13,600
30	17,300

実際の土地利用としては、特別の制限要因がない限り、農地、林地、草地のいずれかの利用が行われており、完全な裸地状態であることは希である。よって、なんらかの植物で覆われていることから、その影響で侵食量は上記以下に減少する。裸地の土壌流出を1とした場合の各種作付地からの土壌侵食の割合としては、トウモロコシ、ダイズなどが比較的高く 0.40 程度であるとする報告¹⁾もある。仮にこの数字を用いると、傾斜 25°における土壌侵食量は、13,600×0.40 = 5,440t/km²、傾斜 15°の場合は 7,000×0.40 = 2,800t/km² 程度となる。

本調査地域は「3.2.1 土地利用」の示すとおり、現況耕地の 85%が傾斜角 15°以上であり、傾斜畑の形態のままでは多量の土壌流出を引き起こすので早急な対策が必要である。

b)斜面長

安塞水土試験場が考案した斜面長に関する侵食モデルは次のとおりである。

設定条件：裸地状態、斜面傾斜 30°

$$M = 3,764.99 \times L^{0.397} \quad \text{実測と計算式の相関係数 } f = 0.994$$

このとき、M:年間平均土壌侵食量(t/km²) L: 斜面長(m)

1) 「農業土木ハンドブック、日本農業土木学会編」 1989年7月

このモデルに従い計算すると、斜面長別侵食量は以下のとおりである。

表 3.4.1.6 裸地の斜面長別侵食量

斜面長 (L)	年間平均土壌侵食量 (M)
5 m	7,100 t/km ²
10	9,400
20	12,400
30	14,500
50	17,800
100	23,400

上記の計算結果からすると、同じ傾斜角度の畑においても斜面長 5 m と 100m では、年間土壌侵食量に約 3 倍の開きがある。傾斜畑の現状としては、排水施設あるいは地表水の貯留施設は全くない。よって傾斜畑を流れる地表流出水は、傾斜に沿ってかなりの距離を流下し、多量の土壌侵食を引き起こしていると推定される。

(4) 植生

地面を植物が被覆することにより、降雨の遮断、雨滴の打撃に対する土壌面保護並びに地表面流出水の掃流力を減少させる。この他、根の発達には土壌の団粒化を促進し、植物の死滅による根の間隙の形成により、土壌構造を発達させ、土壌保全の効果は高い。

安塞水土試験場では、傾斜角 27° の黄土の斜面において植生を変えて土壌侵食の観測試験を実施している (表 3.4.1.7 参照)。

表 3.4.1.7 植生別土壌侵食量 (1980 ~ 89 年観測の平均)

	測定期間 降雨量	農地	カラガナ 成木	アカシア 6 ~ 15 年生	アカシア 1 ~ 6 年生	紫モミヅル 2 ~ 8 年生	アルファルファ 1 ~ 5 年生
年平均 侵食量	mm	t/km ²					
	375.7	3,027	4.7	33.4	699.4	76.8	1,892.2
対農地 比率		100	0.2	1.1	23.1	2.5	62.5

注：本観測は通年で実施されたものではなく、各植生ごとの比較を主眼においた観測である。

出所：安塞水土試験場

この試験結果からすると、同一条件下では農地が極めて高い侵食量を示している。それに対して成木の林地ではほとんど土壌流出が見られない。草地はその形態、草種により異なる結果となっている。土地利用計画の策定にあたっては、上記の値を参考にして、急傾斜地にはカラガナなどの耐侵食性の高い樹種を植栽し、傾斜が緩くなるに従い草地、農地と配置すべきであることが裏付けられる。

(5) 調査地域の土壌侵食要因

①不適切な土地利用

土地利用は「3.2.1 土地利用」に記述のとおり、傾斜角 25°以上の耕地が全耕地の 22%を占めており、急傾斜地での耕作が行われている。つまり、厳しい地形条件にありながらそれに応じた土地利用がなされていないことが土壌侵食を引き起こす要因となっている。

②植生の不足

植生の状況としては、林地が調査地域の 11%を占めるに過ぎない。一般に山間地域の急傾斜地は土壌条件さえ問題がなければ、地表は植生で被覆され侵食を防止している。調査地域はこの侵食を抑える植生が十分でなく、そのことが土壌侵食の大きな要因となっている。

③ガリ谷対策の不備

流域全体の土壌侵食という観点からすると、土砂の供給源はその大半がガリ谷からであるとする報告もあるが、現地調査においてもガリ谷の内部で斜面崩壊の跡が多数確認されており、この崩壊した斜面の土砂は強い降雨のたびに河川に流出していると考えられる。ガリ谷対策としては、①集水域の土地利用を改め、ガリ谷に地表水が集中しないようにすること、②ガリ谷内部の斜面に灌木を植え植生を回復し侵食を抑えることである。ガリ谷の発達が浅く、斜面に植生による被覆が可能な場合には、ガリ谷の拡大は防止できるが、放置されているガリ谷が大半である。

流域全体の土砂流出を抜本的に防止するには、ガリ谷拡大防止の技術内容および計画を明確にして、対策を強化する必要がある。

3.4.2 土壌侵食量の推計

安塞水土試験場は表 3.4.2.1 の土壌侵食強度標準指標を用いて土壌侵食量の推計を行っている。

表 3.4.2.1 土壌侵食強度標準指標

侵食強度区分	年平均土壌侵食量 (t/km ²)	傾斜度 (°)	植物被覆率 (%)
微度侵食	< 1,000	< 5	> 90
軽度侵食	1,000 ~ 2,500	5 ~ 10	75 ~ 90
中度侵食	2,500 ~ 5,000	10 ~ 15	60 ~ 75
強度侵食	5,000 ~ 10,000	15 ~ 25	40 ~ 60
超強度侵食	10,000 ~ 20,000	25 ~ 35	20 ~ 40
激烈侵食	> 20,000	> 35	< 20

注 1: 植物被覆率とは植物による地表の被覆状態を示す指標で、葉及び幹の投影面積が地面に占める割合を言う。森林造成の分野では、うっ閉率とも言う。

2: 耕地は傾斜度、その他の土地利用は植物被覆率を適用

出所: 安塞水土試験場

この手法を用い、調査地域の現況土地利用に応じた年間平均土壌侵食量を推計すると表 3.4.2.2 のとおりとなる。

調査地域全体では、年間平均土壌侵食量は 10,700t/km² で侵食強度区分では超強度侵食に該当する。なお、この推計結果からすると、特に草地及び農地の土壌侵食が大きく、これの防止対策を講じる必要性がある。

表 3.4.2.2 土壌侵食推計（現況）

土地利用区分	区 分	単位侵食量 A (t/km ²)	面 積 B (km ²)	比 率 C (%)	土壌侵食量 E=A*B (t)	平均単位侵食量 E/B(t/km ²)
耕地	5° > 微度	500	14.80	1.4	7,400	
	5 ~ 10° 軽度	1,750	18.17	1.7	31,798	
	10 ~ 15° 中度	3,750	21.57	2.0	80,888	
	15 ~ 25° 強度	7,500	229.91	21.2	1,724,325	
	25 ~ 35° 超強度	15,000	80.53	7.4	1,207,950	
小計			364.98	33.7	3,052,360	8,363
樹園地	微度	500	55.00	5.1	27,500	
	軽度	1,750	22.00	2.0	38,500	
小計			77.00	7.1	66,000	857
林地	75% ~ 90% 軽度	1,750	0.00	0.0	0	
	60% ~ 75% 中度	3,750	119.34	11.0	447,525	
小計			119.34	11.0	447,525	3,750
草地	60% ~ 75% 中度	3,750	72.09	6.7	270,338	
	40% ~ 60% 強度	7,500	203.07	18.7	1,523,025	
	20% ~ 40% 超強度	15,000	45.19	4.2	677,850	
	< 20% 激烈	30,000	175.73	16.2	5,271,900	
小計			496.08	45.8	7,743,113	15,609
その他	崖 激烈	30,000	0.00	0.0	0	
	超強度	15,000	20.55	1.9	308,250	
	水域等 微度	500	5.28	0.5	2,640	
小計			25.83	2.4	310,890	12,036
計			1,083.23	100.0	11,619,888	10,727

3. 4. 3 土壌侵食防止事業の実施状況

1) 県の土壌侵食防止計画

県が 1995 年に策定した計画内容は以下のとおりである。

土壌侵食防止対策は、小流域を単位にして、①基本農地の建設、②生物対策（造林、植草）、③保全耕作を柱として、総合的に事業を実施することである。

整備する棚畑などの基本農地は 2000 年までに、6,300ha(9.5 万 μ -)、ダムランドを 12 カ所建設する。1 人当たりの基本農地を 2000 年には 0.19ha(2.9 μ -)とし、2010 年には 0.21ha(3.2 μ -)にする。事業計画は表 3.4.3.1 のとおりである。

この計画に基づき、県では土壌流出防止対策重点小流域を定めて、事業施行を始めたところである。調査対象地域の郷鎮での重点小流域は 26 流域あり、1997 年現在事

業完了6流域、実施中4流域、計画中16流域である。しかしながら県における現計画では調査地域の全ての小流域で計画が樹立されているわけではない。

表 3.4.3.1 県土壌侵食防止計画

年度	項目	事業量・事業費
1996～2000年	重点小流域	45カ所
	土壌侵食防止対策面積の累計	1,377km ²
	整備率	48.7%
	投資額	76,395千元
2001～2005	重点小流域	30カ所
	土壌侵食防止対策面積の累計	1,558km ²
	整備率	55%
	投資額	38,310千元

出所：安塞県政府

2) 土壌侵食防止対策の技術内容

現行の土壌侵食対策の技術内容は、表 3.4.3.2 に示すとおりである。これらの技術を小流域ごとに集中的に実施する方針で行われている。

現地調査の結果、これらの対策が実施された場所においては土壌侵食の抑制と農業生産の向上が図られており、その効果は高いことが明らかとなった。

表 3.4.3.2 土壌侵食対策の技術概要

区	分	内	容
土木的 対策	棚畑整備	25°以下の斜面を人力、機械力で水平な耕作面を持つ畑に整備する。	
	砂防ダム (ダムランド造成)	河川に砂防ダムを建設し、土砂流出を押さえるとともに、土砂堆砂敷きを農地として整備する。	
	谷止め工	小規模なガリに簡易柵工と植樹を行い、ガリ谷の河床低下を防止する。	
植生回復 対策	造林	集落に近いなどの条件が良い急傾斜地は樹園地として、不適な土地は防護林として造林する。	
	植草	人工草地、改良草地を造成し、傾斜地の植物被覆率を高め、草資源を増加させる。	
保全的耕作方法の普及	耕作方法の改善	高畝溝播種法等で降雨の流下を防ぎ、耕地への浸透を促進し、保水力を高める。	
	輪作、間作の導入	等高線に沿い帯状に牧草、イモ、アワを間作栽培する。毎年組み合わせを変え輪作とする。	

出所：安塞県から聞き取り

3) 事業の実施状況

延安市の整備基準¹⁾では、土壤侵食防止対策の進捗状況の指標として整備率を定め、上記の県計画においても目標値を定めている。整備率は以下のとおりと定義されている。

$$\text{整備率} = \frac{\text{基本農地面積} + \text{造林面積} + \text{植草面積}}{\text{(土壤侵食面積)}}$$

調査地域の整備率は表 3.4.3.2 に示すとおりである。

1996 年現在の整備率は約 36% であり、現在の実施体制では県計画の 2000 年までに 48.7% の目標達成は厳しい状況である。

表 3.4.3.3 土壤流出防止対策事業の進捗状況

単位：ha

	総面積	土壤侵食面積(A)	基本農地(B)	造林(C)	植草(D)	整備面積(E)	整備率(E/A)
真武洞	22,381	21,486	2,161	4,823	2,066	9,050	42.1%
沿河湾	21,064	20,221	2,713	3,980	1,067	7,760	38.3%
郝家坪	14,949	14,351	1,166	1,650	1,200	4,016	28.0%
招安	27,026	25,945	2,263	4,838	2,200	9,301	35.8%
王窯	22,413	21,516	1,716	4,343	1,534	7,593	35.3%
合計	107,833	103,520	10,019	19,634	8,067	37,720	36.4%

注：造林面積はリモートセンシング結果（林地）＋樹園地
出所：安塞県政府

4) 小流域単位での実施例

安塞水土試験場では、土壤侵食防止技術の実践的な研究を行うために、沿河湾鎮にある紙房溝小流域を試験フィールドにして 1974 年から現在まで、事業を施行しながら、観測を続けている。事業概要は、次のとおりである。

流域面積：8.2km²

事業内容：①ダムランド 2カ所 1977～78年実施 面積 4.0ha
1987～88年実施 面積 2.7ha
②棚畑整備 1974～97年実施 面積 33.1ha
③造林（防護林、用材林） 1976～95年実施 面積 209.3ha
④造林（樹園地） 1976～95年実施 面積 47.3ha
⑤植草（草地改良） 1976～95年実施 面積 184.0ha
⑥耕作方法の改良 水平溝耕作、間作、輪作

全体で 480ha の整備を実施し、整備率で 59% に達している。

1) 延安市農村主要産業開発標準：延安市技術監督局編集

事業の戦略は、基本農地の建設を行うことにより、生産性の低い傾斜地耕作を減らし、樹園地への転換及び林地と草地の拡大を図り、流域の植物被覆率を高めることにより、土壌侵食の抑制と農家所得の向上を図ることである。

約 20 年間の事業の結果、表 3.4.3.3 に示すとおり、農地：林地：草地の比率は 1:0.23:0.8 から 1:1.02:1.18 に改善され、土壌侵食の激しい傾斜地耕作は 20%程度減少し、林草地に転換されている。

この土地利用の改善の結果、土壌侵食量は 1975 年の 14,000t/km² が 1994 年には 4,200t/km² に減少し、1 人当たり 222 元の純収入が 1994 年には 1,631 元に増加した。極めて効果が高い事業を行っているが、同時に投資額も大きい。この実践例が小流域を単位にした土壌侵食防止対策事業の基本となっている。

表 3.4.3.4 紙房溝における土地利用の変化

単位：%

時期	農 地		林 地			草 地			農：林：草 比率
	基本 農地	傾斜 地	経済林	水土保 持 林	薪 炭 林	人工 草地	改良 草地	天然 草地	
1980	3.4	40.5	1.3	4.8	4.0	3.9	0	31.1	1:0.23:0.8
1985	4.4	32.4	1.8	9.7	5.6	4.8	3.0	26.2	1:0.50:0.98
1990	7.7	20.0	4.3	14.1	7.4	6.7	3.6	21.3	1:1.02:1.18

出所：安塞水土試験場