

中国黄土高原の緑化をめざして

宇都宮大学雑草科学研究センター 一前 宣正

1. はじめに

黄河は全長 5,460 km におよぶ中国第 2 の大河で、青海省の中部高原に源を発し、その中流で内蒙古のオルドス台地を大きく迂回したのち、華北平原を横切って、最終的に渤海に注いでおります。この大河は、中国の文化や農業の歴史に深くかかわっていますが、長い時の流れの中で、人為的ならびに自然的要因により、この大河の流域における生態系は極度に劣化してしまいました。

私は、東京大学田村三郎名誉教授を代表者とする日本の研究者グループの一員として、黄河の中流域にひろがる不毛な黄土高原の緑化をめざして、1988年から6年間、日中共同研究を展開しました。共同研究グループは、黄土高原内の比較的西方に位置する寧夏回族自治区固原県に試験地を構え、気象、地質、土壌、作物、生態、緑化など多方面の研究を推進したものです。

その中であって、私は植生回復を目的とした植物の導入と選抜を担当し、いささかの成果をおさめることができました¹⁾。ここにその概要を報告します(図-1)。

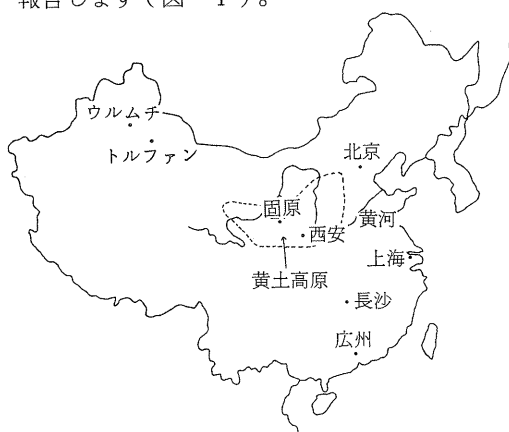
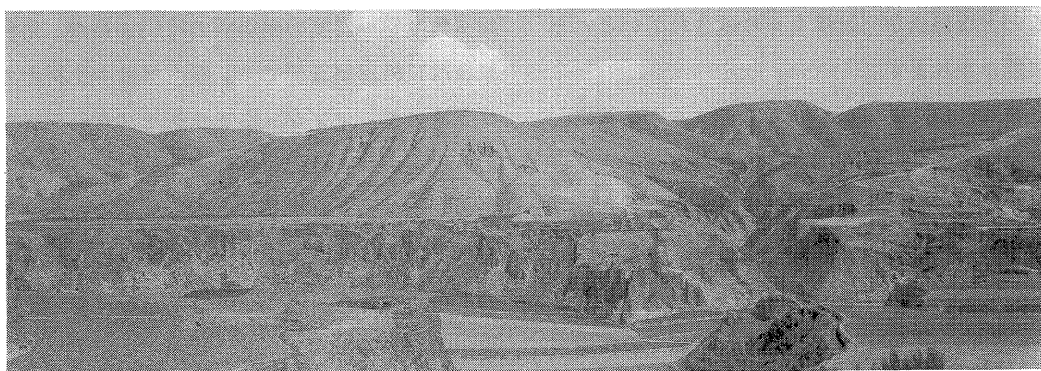


図-1 中国黄土高原の位置

2. 黄土高原の自然環境

黄土高原は黄河の中流域にひろがる広大な高原地帯で、その面積はおよそ 58 万 km² と中国全



中国寧夏回族自治区固原県上黄村の試験地

土の1/16, わが国の総面積の約1.5倍に相当します。黄土高原は、今から120万年前に、強風によって西方から飛来した大量の細かい砂が、この半乾燥地帯に運ばれ、50~100mの厚さに堆積したものであると考えられている。有史以前、この高原は豊かな植生におおわれていましたが、2,000年前の漢の時代に人口増加による開拓がはじまり、11世紀に入ると打続く戦乱と頻発する干害によって次第に荒廃し、特に17世紀に入って清朝の時代になると、急激に増加した人口圧のために、森林の伐採と耕地や草地の開発が大規模に進められました。その結果、この地域の生態系のバランスは完全に崩れ去って、樹木が1本もみられないという現在の不毛な丘陵地帯が出現するに至ったのであります。これこそが人間活動による地球環境の劣化を映し出した典型的な事例であると考えられます。

黄土高原の自然環境は極めて厳しいものです。標高は1,000~2,000m。年平均気温は4~7℃。雨量は年間300~700mmと少なく、その60~70%が7月から9月にかけて降ります。しかも、それが集中豪雨的な様相を呈するために、黄土の特性と相まって、深刻な土壌侵食を引き起こすこととなります。その結果、黄土高原における年平均の土壌流出量は、1,100~9,600トン/km²に達するといわれています。その上、この土壌侵食が何百年もくり返されていることに驚かされます。

農民は丘陵斜面において主にコムギを栽培し、その他にアワ、ソバ、エンドウおよびアマなど耐乾燥性の強い作物を作付しています。しかし、播種から収穫に至る3月~6月の降雨量が極めて少ないため、年間の作物収穫量は500~1,000kg/haと著しく低く、時に大旱魃で収穫皆無の年もあり、それを補うため、農民は丘陵の頂

きまで段々畑をつくり、耕しています。さらに、耕作の困難な急傾斜地では過放牧の状態でヒツジの放牧が行われています。これらの農民による営みが、丘陵斜面を裸地化し、水土の流亡を促進しており、この状態を放置すれば、砂漠化に繋がることは間違いありません。

砂漠化の恐ろしさは次の例からもよく知ることができます。すなわち、黄土高原の西方および北方にあたる既に砂漠化した地域では、100万年前にタクラマカン砂漠に起きたことと同様に、シルト土壌が舞い上り、偏西風に乗って、3月~4月に北京(ペイジン)の方向に運ばれており、その一部が日本では「黄砂」と呼ばれ、東京(トンジン)までも飛来することが人工衛星からの画像に映し出されるように、黄土高原に緑をとりもどすことは地球環境の保全に関わる重要な研究の一つであると考えられます。

3. 現地の植生

緑化研究の第1段階は現地植生の調査です。現地に生き残っている植物の種類を調査することは、植物分類学上、どの科の植物が現地に定着する可能性があるのかを教えてくれるからです。

植生調査の結果を表-1に示しました。調査は現地の一つの丘陵の標高1,650~1,750m、傾斜角度18~25度の南斜面で行いました。出現草種は14科28属31種です。優占種はキク科のカワラヨモギ、マンシュウアサギリソウ、シソ科の百里香、バラ科のピロウドキジムシロ、イネ科のホクシハネガヤなどで、これらの植物は斜面からの土砂と水の流水防止に寄与しているものと考えられる。以下は現地優占種についての若干の説明です。

1) イネ科ハネガヤ属植物

表-1 丘陵斜面における出現草種

科 名	学 名
キ ク 科	<i>Artemisia capillaris</i> <i>Artemisia frigida</i> <i>Carduus crispus</i> <i>Heteropappus altaicus</i>
シ ソ 科	<i>Leonurus sibiricus</i> <i>Thymus mongolicus</i>
ム ラ サ キ 科	<i>Lappula echinata</i> <i>Lycopsis orientalis</i>
ヒ メ ハ ギ 科	<i>Polygala tenuifolia</i>
ハ マ ビ シ 科	<i>Peganum harmala</i>
ト ウ ダイ グ サ 科	<i>Euphorbia fischeriana</i>
フ ウ ロ ソ ウ 科	<i>Erodium stephanianum</i> <i>Geranium dahuricum</i>
マ メ 科	<i>Amblytropis pauciflora</i> <i>Astragalus melilotoides</i> <i>Lespedeza bicolor</i> <i>Medicago hispida</i> <i>Oxytropis ochrantha</i> <i>Thermopsis lanceolata</i> <i>Trigonella ruthenica</i>
バ ラ 科	<i>Potentilla acaulis</i> <i>Potentilla bifurca</i> <i>Potentilla chinensis</i>
ア ブ ラ ナ 科	<i>Torularia humilis</i>
イ ラ ク サ 科	<i>Urtica cannabina</i>
ユ リ 科	<i>Allium odorum</i>
カ ヤ ツ リ 科	<i>Carex enervis</i>
イ ネ 科	<i>Aneurolepidium dasystachys</i> <i>Poa sphondylodes</i> <i>Setaria viridis</i> <i>Stipa bungeana</i>

ホクシハネガヤ (*Stipa bungeana*) は草丈1mの多年草、ヒツジの嗜好性が極めて高く、砂防効果も大きい。ホクシハネガヤの他に、*S. capillata*, *S. grandis* などのハネガヤ属植物は、試験地周辺だけでなく、黄土高原の全域で草原を形成しており、植生回復に欠くことのできない植物と考えられます。

2) キク科ヨモギ属植物

カワラヨモギ (*Artemisia capillaris*) とマンシュウアサギリソウ (*A. frigida*) は草丈1m以下の多年草、前者よりも後者の方がヒツジの嗜好性に優れ、両者とも砂防効果が

極めて大きい。黄土高原には *A. giraldii* や *A. sacrorum* も多くみられる。

3) シソ科イブキジャコウソウ属植物

Thymus mongolicum は中国名は百里香といい、百里離れても香りがするという意味で、草丈30cm以下の匍匐型の木本植物、ヒツジの餌や水土の流出防止に対していくらか役立っている。

4) バラ科キギムシロ属植物

ビロウドキギムシロ (*Potentilla acaulis*) は草丈30cm以下で地表を這う多年草、ヒツジに好まれますが、砂防にはそれほど役立ちません。黄土高原には同属の *P. bifurca* や *P. chinensis* など種類が多い。

以上の植物は、いずれも地下部に水分と栄養を蓄積する多年草で、冬期間に-20℃台の気温で凍土が3月まで溶けないという低温条件、10月～5月迄の期間は降雨がないという乾燥条件、pH 8.5 前後の風食と水食で貧せた土壤条件、など黄土高原の厳しい自然環境に適応していることがわかった。

4. 緑化植物の選抜

600種以上の雑草種子を中国内外から収集し、現地における生育状況を6年間にわたって調査し、黄土高原の植生回復を目的とした緑化植物を選抜しました。試験は、標高1,750m前後、傾斜角度20度ほどの南斜面で、無灌水、無肥料で実施したものです。試験期間中の年間降水量は400mm台です。土壤は砂3%, シルト89%, 粘土8%からなり、炭酸カルシウム12.57%, 有機質0.7%を含み、pH 8.25を示しています。

選抜試験の結果、多くの草種は播種1年後～3年後に消失しましたが、表-2に示した4科10属10種は現地の厳しい気候、土壤条件に適応

表-2 丘陵斜面において生育のよかった導入種

科	名	学	名	和	名	原	産	地
イ	ネ	科	<i>Agropyron intermedium</i>			ユ	ー	ラ
			<i>Bromus inermis</i>	コスズメノチャヒキ		ヨ	ー	ロ
			<i>Elymus junceus</i>	ハ	マ	東	ア	ジ
			<i>Festuca ovina</i>	ウシノケグサ		ヨ	ー	ロ
			<i>Stipa comata</i>			北	ア	メ
キ	ク	科	<i>Tragopogon pratensis</i>	バラモンギク		ヨ	ー	ロ
ム	ラ	サ	<i>Echium vulgare</i>	シベナガムラサキ		ヨ	ー	ロ
マ	メ	科	<i>Astragalus adsurgens</i>	ムラサキモメンヅル		東	ア	ジ
			<i>Medicago sativa</i>	ムラサキウマゴヤシ		東	ア	ジ
			<i>Onobrychis viciaefolia</i>	イ	ガ	ヨ	ー	ロ

もよくないが大
型であり、緑化
植物のひとつと
して期待されま
す。それと同時
に、開花期間が
長いことから、
ミツバチ飼育の
ための密源植物
としても優れて

して、たくましい成育をしています。これらの
導入種の特性は次の通りです。

1) イネ科植物

カモジグサ属の *Agropyron intermedium*
は草丈 100 cm, スズメノチャヒキ属のコスズ
メノチャヒキは草丈 50~100 cm, エゾムギ属
のハママギは草丈 50~100 cm, ウシノケグサ
属のウシノケグサは草丈 20~40 cm, ハネガヤ
属の *Stipa comata* は草丈 50~100 cm の
いずれも多年草で、ヒツジの嗜好性が極めて高
く、土砂と水の流出防止効果も大きい。この中
で特にコスズメノチャヒキは飼料として優れ、
Stipa comata は自然植生の回復に有用であ
ると考えています。

2) キク科植物

バラモンジン属のバラモンギクは草丈 50 cm
の2年草、ヒツジの嗜好性がよく、黄土高原の
緑化植物のひとつとして有用であると考えられ
ます。中国では東北地方に成育していることを
確めました。

3) ムラサキ科植物

ムラサキ科植物は現地優占種でシソ科の
Thymus mongolicum と同じナス目に分類
されます。シャゼンムラサキ属のシベナガムラ
サキは草丈 100 cm, ヒツジの嗜好性は必ずし

います。前述したバラモンギクと同様に、中国
東北地方の一部に分布します。これまで、これ
らの草種が黄土高原にみられなかったことは、
この高原と東北地方との間で人的あるいは物的
交流が少なかったことを物語っています。

4) マメ科植物

マメ科植物は現地優占種でバラ科のビロウド
キジムシロと同じバラ目に分類されます。ムラ
サキウマゴヤシは、アルファルファの方がわか
りよく、草丈 50 cm の多年草、ヒツジの嗜好性
が極めてよく、水土保持効果もあり、すぐれた
緑化植物として期待されます。私達は、世界各
国から多数の栽培品種を収集して現地適応性を
検討した結果、すぐれた品種を見出すことに
成功し、現在、それらの拡大試験を実施中です。
イガマメ属のイガマメもムラサキウマゴヤシと
類似した生育特性と有用性を示します。ゲンゲ
属のムラサキモメンヅルは草丈 100 cm の多年
草で、耐乾性、耐寒性および耐アルカリ性を
具え、バイオマスも大きいのですが、上述のマ
メ科牧草に比べて品質が劣り、刈取りによる再
生力が弱く、根長が10mに及んで植物間の競争
力が強すぎるなど難点もあります。

これらの導入種は現地の優占種と同じ科、あ
るいは分類学上、類縁の科に属し、しかも、現

地の優占種と同じように多年生あるいは2年生でした。即ち、ある地域に植物を導入しようとする場合、事前に植生調査をすることが、いかに重要であるかを、私達はあらためて認識することができました。

5. 植生回復の試み

私達は、現地への適応性にすぐれたコスズメノチャヒキを放牧地の傾斜地に播き、その後、3年間放牧を禁止した場合、植生がどの程度回復するか、土壌と水の流出がどの程度防止されるかについて調べました。試験は、海拔1,750 m、南向き22度の斜面で、コスズメノチャヒキ、カワラヨモギ、マンシュウアサギリソウ、百里香が混生する場所で実施した。放牧は毎年6月～8月の3か月間にわたってヒツジ20頭/haを放ったもの。コスズメノチャヒキ播種は10 kg/haの種子を裸地部分に2 cmの深さで播いたものです。結果は表-3に示しました。植物が地面をおおっている割合を示す植被率が、放牧区では32.4%であったのに対して、放牧禁止とコスズメノチャヒキ播種区では87.5%まで回復しました。また、放牧区の流出土砂量と流出水量を100%とした場合、放牧禁止とコスズメノチャヒキ播種区では、流出土砂量が24%に減少し、流出水量が46%に減少するとの結果を得ました。従って、さらに長期間にわたって放牧を禁止すれば、黄土高原に緑が回復し、水土の流亡が大きく抑制されるものと確信しております。

表-3 放牧禁止とコスズメノチャヒキ播種が植被率および土砂と水の流出に及ぼす影響

調 査 項 目	放 牧 区	禁牧・播種区
植 被 率 (%)	32.4	87.5
流出土砂量 (t/km ²)	865.7	205.5
流 出 水 量 (m ³ /km ²)	3,418.1	1,586.2

6. お わ り に

隣国の中国では、陸域生態系の劣化が極度に進み、現在の地球環境問題が象徴的に表現されています。黄河中流域における黄土高原の緑化に関する日中共同研究は、1995年から試験地を陝西省安塞県に移して、新たな5か年計画のもとに進展しています。私としては、小面積であっても、丘陵斜面を草地化～林地化するまで、現地での研究活動を今後とも精力的に続けたいと考えています。

引 用 文 献

- 1) 一前宣正・小笠原 勝・倉持仁志・近内誠登・春原 亘・竹松哲夫；中国黄土高原半乾燥地域の放牧地における植生回復を目的とした雑草の選抜。雑草研究 38 (3), 182～189 (1993)。
- 2) 一前宣正・李 立・高橋英紀・松本 聰・竹松哲夫；中国黄土高原半乾燥地域の放牧地における植生の違いが土砂および水の流出に及ぼす影響。雑草研究 38 (3), 230～232 (1993)。