

## 黄河流域の土壌流出、塩害と断流

九州大学大学院工学研究院環境都市部門 教授 楠田 哲也

### 黄河の姿

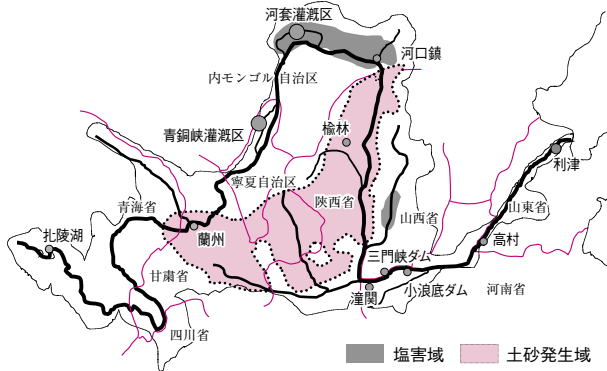
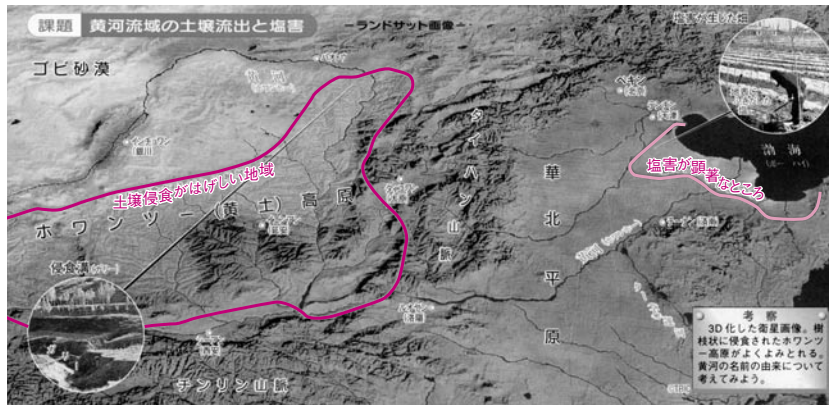
黄河流域を特徴づける地理学的要素は寒冷、少ない降水量、黄土である。その結果、灌漑農業、「黄」河の由来である黄色の河川水、塩害と断流が生まれている。そして、黄土高原からは口蹄疫やアレルゲンをも運ぶ黄塵が西日本に飛来している。

黄河は、中国第二の大河で、青海、四川、甘肅、寧夏、内モンゴル、陝西、山西、河南、山東の9省・自治区を流れ、渤海に注ぐ。流域の人口はおおよそ9200万人、流域面積は75.2万km<sup>2</sup>でわが国の面積の約2.2倍、本川長は5464km、落差は4484m、平均年降水量は466mm、平均年流出量は560億m<sup>3</sup>、海への年間土砂輸送量は16億tである。

次ページのランドサット画像からもわかるように、黄河は乾燥地域から黄土高原を経て華北平原を横切り渤海に到達するため、黄河の特性は上流から河口へと大きく変化している。黄河は青海高原（青蔵高原東北部）の約古宗列（ヨコソレ）盆地にある扎陵湖に端を発する。この湖の南側にあ

る山脈を一つ越えると長江の上流が並行して流れている。この地区の年間降水量はほぼ400mmで、この地から黄河は南東に下り甘肅省から四川省に入ると降水量は600mmになる。このあたりの高地の積雪は春の融雪期にまとまって流出する。ついで北上して青海省に戻り龍羊峽ダムを経て甘肅省に入ると降水量は350mmまで低下する。東に流れ蘭州に入る。このあたりまでで黄河に流れ込む水の60%が供給され、水質も清冽である。4月頃の流量は800m<sup>3</sup>/s前後である。しかし、蘭州は化学工業都市であるため、工場排水等により濁り始める。

黄河はその後北上し寧夏自治区に入る。このあたりの降水量は200mmである。蒸発ポテンシャル（バケツに張られた水が蒸発するときの水面の低下量）は降水量の10倍以上になることもあるので黄河の南側にも砂漠が見られる。そのため、農業（春小麦、トウモロコシ）には灌漑（年2回）が必要であり、青銅峽灌漑区（銀川付近の左岸側）のために低いダムで川を堰き止め河川水の一部を取水している。さらに北上し内モンゴル自治



区に入ると東に流れを変える。このあたりの降水量は少し増加するものの250mm止まりで蒸発ポテンシャルは最大で降水量の16倍に及ぶ。この地の北側（左岸側）にある河套灌漑区（高知県とほぼ同じ広さ）でも低いダムにより取水している。さらに、少し東に流れると托克托県近くの河口鎮に至り黄土高原を時計回りに南下し始める。この地点までが黄河の上流と称される。源流から河口鎮までの本川長は3472kmである。この辺りは黄河で最も北（源流より緯度で6度北上）にあるために春になっても最後まで氷結し上流からの水を流しきれず、そのままでは洪水を引き起こすため4月初めには河川を覆う氷を爆破して水を流している。

その後、山西省と陝西省に渡る黄土高原の中を南に下り無定河等からの大量の土砂を受け入れつつ潼関に至る。関中平原の東側にある潼関で流れ

は東に転じる。ランドサット画像に示したように黄土高原からの土砂流出の90%は内モンゴル自治区の托克托からこの潼関で生じる。中流は潼関までであり、河口鎮から1206km下っている。この間に降水量は400mmから600mmに増加する。この区間で河川水はまさに黄土となる。そのため土砂

の堆積がひどく潼関のすぐ下流にある三門峽ダムのために流速が低下して土砂が堆積し河床を高めている。2003年9月に関中平原を流れる黄河の支流渭河流域に氾濫を生じさせたのは土砂の堆積で河床が高くなり水が揚げなかったためである。

潼関から河口までが下流部になる。このあたりの降水量は年間600mmである。この間すべて天井川である。開封の街では市街地より13m上に川底がある。

## 水利用と塩害

黄河の年間平均取水量は年間350億 $m^3$ 、年間平均流出水量の60%であり、水不足感を感じ始める40%よりはるかに高くなっている。この取水量の内訳は灌漑78%、工業用水13%、生活用水9%であり、農業用水の比率が高い。この農業用水を使っているのは、黄河流域の総耕地面積11.9万 $km^2$ のうち灌漑耕地面積7.1万 $km^2$ である。このうち塩害に見舞われているのはおよそ5300 $km^2$ である。

この塩害をもたらす塩の由来には2通りある。第1は灌漑用水が蒸発しその中に含まれていた塩が土壌表層に長年かけて集積するもの、第2は地下水がもともと塩水で地下水が地表面下2m内に近づくと毛管現象にて地表面まで上昇して影響を及ぼすものである。黄河流域は前者、後者はオーストラリア中西部に見られる。第1の場合でも、地下水位が低く集積した塩が撒水により溶脱して

地下水に移行し、しかも地下水が移動しやすい場合にはこの問題は生じない。

黄河流域の灌漑区でとくに大きなものに、青銅峡灌漑区、河套灌漑区があるが、前述の理由により青銅峡灌漑区で塩害は見られず、地下水の排水が悪い河套灌漑区に限られる。この塩害が見られる地域の主作物は搾油用のひまわりや飼料用のトウモロコシである。これらの地域の灌漑は年中行っているわけではなく、年2回、春と秋である。秋の終わりに灌漑し冬季は氷結させて土中に水分を貯え春の融解により塩分を地下水に戻すことにより塩を洗い流し、その後春の灌漑を施している。経験により作り上げられたこの方式も近年の科学的な調査によりその効果が少し疑問視されるようになってきている。塩害に悩まされている地域は、青銅峡灌漑区以外に山西省臨汾を通過して黄河に左岸から流入する汾河流域にも少しある（図参照）。なお、ランドサットデータに示されているように、黄河流域ではないが渤海湾沿岸域にも塩害に悩まされている地域がある。これは人為的なものではなく地質学的な生成理由により塩性土壌となっているためである。

## 土砂流出

黄河は古書に「黄水一石、含泥六斗」とも謳われているように土砂濃度はかなり高い。この土砂の90%が河口鎮から潼関までの中流区間の黄土高原から排出される。この地域の黄土高原は数十から数百mの黄土層に覆われ、夏から秋にかけての豪雨とともに流出する。流域の土壌侵食面積は45.4万km<sup>2</sup>で、最も侵食が激しいのは中流域の河口鎮と榆林の間の窟野河周辺であり、土砂の年間侵食量は25,000 t / km<sup>2</sup>にも及ぶ。年侵食量が15,000 t / km<sup>2</sup>より多い地域は3.67万km<sup>2</sup>ある。この流出土砂は1/4が河道内に堆積し、1/2は河口三角州に、残りは海域に輸送される。河道内に堆積する土砂は小浪底ダムより下流の河床を年間10cm高めうる。なお、この河床に溜まっている

土砂の粒度は0.025mmより粗いものが多い。黄河の年間平均流出量はおよそ583億m<sup>3</sup>、海域への年間平均土砂輸送量16億tなので、長江の年間平均流出水量4400億m<sup>3</sup>、年間平均土砂輸送量5.31億tに比べると、水量の少なさ、濁りのひどさがよくわかる。

中国では各地の土砂の流出量を削減するために、斜面での耕作を段々畑に作り替え、さらにかつて食糧危機を回避するためになされた開拓策を改め、退耕還林（耕作を止めて森林に戻す）政策を推し進めている。わが国から乾燥地における植林のためにODAによる支援がなされている。この退耕還林策の推進は生活水準の向上と相まって中国の食糧生産量を減らしており、環境保全は異なる社会問題を生み出し始めている。

## 断流

黄河の断流は河口からほぼ100kmの利津水量観測所にて水が見られない状態をいう。歴史書によれば降水量の異常減少により、307年、1372年、1640年に発生し、干害の被害は甚大であった。近年は1972年から1999年まで28年中22年、1991年から1999年は連続で断流が生じた。1981、1995、1997年には断流は河口から700kmに及んだ。2000年以降断流が解消したのは中国水利部黄河水利委員会から各種の取水量を一律削減するように指示が出されたことによる。

黄河の利津における断流日数

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
断流日数	16	83	60	74	122	136	226	142	34	0

少し上流の高村水文観測所では1995、1996、1997年の断流日数はそれぞれ8日、7日、25日と少ない。

清華大学の王忠静教授は断流の原因を降水量の減少10%、蒸発量の増加9%、土砂流出防止10%、取水増加61%、その他10%と分析しているが、同大学の楊大文教授は降水量の減少が主因としているように、学会でも意見は分かれている。