

中国・黄土高原におけるチェックダムの形成過程とダム農地の利用に関する考察

水利用学分野 上村 江里佳

キーワード：多目的ダム，土砂流出，塩類集積，長期利用，滞砂面積率

1. はじめに

中国の黄土高原は世界で最も水食の影響を受ける地域である。水食によって黄土高原およびその周辺に住む人々だけでなく、黄河下流域に住む人々にも影響が及んでいる。黄土高原全域からの年間平均土砂流出量は 1km^2 あたり 20,000~35,000 トンとされ、世界の主要な河川の 9~12 倍に相当する。特に黄土高原の水食の 60~90% がガリ(侵食谷)内から発生している。このガリにおける土壌侵食を防止する最も効果的な工学面での対策としてチェックダムシステムがある。チェックダムは砂防ダムの一種で、ガリ内部に建設された堰と余水吐、取水口等から成る。この技術の独自性は、建設初期は洪水調節や灌漑用貯水池として利用されるが、その後、土砂の堆積によって平坦な土地が形成され、やがて農地として利用されることにある。さらに、ダム湖下流部に土砂が堆積した後、上流に新たなダムを建設する。この過程を繰り返すことで、流域に連なったチェックダムシステムが形成される。このようにして形成されたダム農地は、平坦であるため斜面農地と比べ作業効率が高く、また肥沃な堆積土で形成されるため斜面農地の 2~3 倍の土地生産性を有する。さらに、施設面においてダムの余水吐、取水口はダム農地変遷後には排水路として使われるなど効果的に利用されている。

しかし、長期的なチェックダムシステムの利用を考えた際、ダム農地だけが増設され続けた場合、収量は増えるが土砂流出防止効果は低くなる。よって土砂流出防止効果とダム農地利用のバランスを考える必要がある。このバランスはチェックダムシステムの形成過程に左右される。そこで本研究では、チェックダムシステムにおける形成過程とダム農地利用の現状についてまとめ、考察した。

2. 調査対象地域と研究方法

中国・黄土高原は黄河中流域に位置する半乾燥地域である(図 1)。調査対象地域である韭園沟流域(70.7 km^2)の年平均降水量は 285~500mm であり、6 月~9 月の雨季に全降水量の 70%以上が集中する。この雨季の降雨を利用し、ダム農地ではトウモロコシ栽培が行われている。しかし、強い降雨による土砂流出が多発するため、昔からチェックダムが建設されてきた。このチェックダムの現状と形成過程を把握するために、チェックダムに関する文献を入手し、これらの文献と現地調査の結果を合わせて考察した。



図 1 調査対象地域

3. チェックダムの歴史

チェックダムシステムの歴史は古く、400 年前に建設されたダムが今なお存在するが、現存するダムのほとんどは過去 50 年間に建設されたダムである。1949 年秋、チェックダムシステムによる土砂流出防止効果と作物生産が実証され、それ以降、チェックダムが急速に普及していった。1950 年代後半には洪水防止機能も評価され、システムの改良にともない 1960 年代前半に、土砂流出防止、作物生産、洪水防止などの現在と同等の機能を持つ多目的なダムが建設された。その結果 1960 年代後半から 1970 年代にかけての短期間で多くのダムが急造され、中には設計がずさんなダムや粗悪な材質を用いて建設されたダムもあり、洪水防止に支障をきたした。実際、1977 年には調査対象地域において、暴雨により 73% のダムが崩壊し、さらに、損失したダム農地面積は 51.5ha、土砂流出量は 567 万トンにも及んだ。その後、新たに 6 座が建設され、23 座を改修、210 座が堰の補強やかさ上げが行われたことにより膨大な費用がかかった(張, 2001)。また、チェックダムはガリ内に連なって形成されているため、一ヶ所の崩壊が下流へも大きな影響を及ぼした。この経過を受け、チェックダム建設は下火となったが、1980 年代中頃には失敗を踏まえて、概ねダムをコンクリートで造り、100 年確率の洪水にも

耐え得る設計に変更された。その後、建設されたダム数は少ないが、多くの土砂がより土砂流出防止効果の高いチェックダムによって防止されている(図2)。一方、農地利用に関しては図2に示されるように、近年、ダム建設数の減少に反して、ダム農地は増加しているが、新たに塩類集積が問題となってきた(王, 1996)。また、2007年10月に行った現地調査にて土壌をサンプリングし、電気伝導度(EC), pH, ナトリウム吸着比(SAR)を算定した結果、ナトリウム質化が生じていると考えられた。

4. チェックダム形成過程

チェックダム形成過程を明らかにするために、設計基準として用いられる形成過程(図3)と韭園沟流域内の小流域、王茂沟流域(5.97km²)の形成過程(図4)を比較した。図3, 4中の数字はダムの建設順序を示している。図3よりチェックダムは下流から上流へと建設されていくことが分かる。また、チェックダム形成の際、河川主流に中心となる大型ダムや中型ダム、河川支流に小型ダムを建設する原則がある(田, 2003)。建設基準ではダム湖容量>150万m³を大型ダム、10~150万m³を中型ダム、1~10万m³を小型ダムとしている。図4に示されるように、王茂沟についてもこの設計原則に基づいて一連のダムが建設されている。今後、流出土砂の滞砂によりダム農地面積だけが増加し続けると収量は増えるが、土砂流出防止効果は軽減する。よって長期的なチェックダムシステムの利用を考えた際、土砂流出防止効果とダム農地利用のバランスを考える必要がある。既往の文献、論文を調査したところ、このバランスを評価する指標に s/f (滞砂面積率)がある。 s は滞砂面積、 f はダム湖の面積であり、一般的に滞砂面積率=1/40の段階で上流側に次のダムを建設するとチェックダムシステム全体で最も防災能力が高く、また高い農業生産性を維持できるとされている(田, 2003)。この滞砂面積率は、次のダムが建設されるタイミングで変わる。よって、チェックダムシステムが長期にわたって利用されるためには、次のダムを建設するタイミングが重要となると言える。

5. おわりに

本研究ではチェックダムの形成過程を明らかにした。また、長期的なチェックダムシステムの利用を考えた際、土砂流出防止効果と農地利用のバランスが重要であり、次のダムを建設するタイミングが問題となることも分かった。さらに、現地調査では、塩類集積やナトリウム質化も確認された。よって、ダム農地の状態も踏まえた土砂流出防止効果とダム農地利用のバランスを考えていく必要がある、今後の研究課題とする。

参考文献

- 张金慧(他). 2001. 从韭园沟坝系发展实践看淤地坝在生态经济建设中的作用. 淤地坝试验研究与实践. pp.18~25
- 王建荣(他). 1996. 坝地盐碱化防治探讨. 淤地坝试验研究与实践. pp.248~249
- 田永宏(他). 2003. 坝系建设关键技术 探讨. 淤地坝试验研究与实践. pp.181~185
- Xu Xiang-zhou et al. 2004. Development of check-dam systems in gullies on the Loess Plateau, China. Environmental Science & Policy. pp.79~86

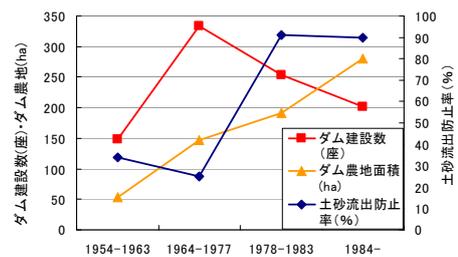


図2 ダム数にともなう土砂流出防止率とダム農地面積の変化

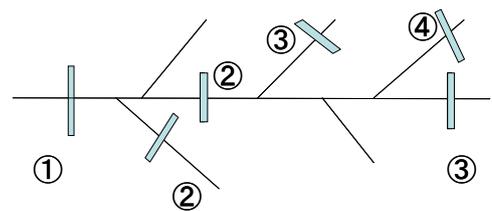


図3 設計基準とされる形成過程

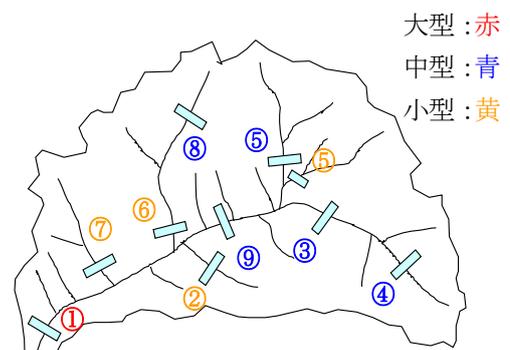


図4 王茂沟流域の形成過程