

# モンゴル草原における未舗装道路による植生攪乱と攪乱後の植生回復

乾燥地緑化保全学分野 鈴山幸恵

キーワード：モンゴル草原，未舗装道路，植生攪乱，植生回復，家畜嗜好性，*Artemisia adamsii*

## 1. 背景および目的

モンゴル草原は中央アジア北東部に広がる乾燥・半乾燥草原であり、遊牧による牧畜が広く行われている。近年過度な放牧などによって土地荒廃が進み、砂嵐や日本および周辺諸国に飛来する黄砂の一因となっている（Chung et al. 2005）。

土地荒廃をもたらす原因として、過放牧だけではなく無秩序に延びる未舗装道路が挙げられている（ADB 2005）。モンゴルでは、舗装道路の整備が遅れているにもかかわらずモータリゼーションが急速に進行し、草原には車両による無数の轍が刻まれている。乾燥・半乾燥草原であるモンゴル草原では植生の回復能力が低く、使用頻度が低い道路であっても轍跡の植生回復は容易ではないと考えられる。また、車両の轍形成による植生のはぎ取り以外にも、排気ガス、粉塵や砂塵による間接的な植物への影響が示唆されており（Sarkar et al. 1986, Farmer 1993）、周辺植生への影響の拡大が懸念される。近年モンゴルの経済は急速に成長しており、未舗装道路による植生破壊は今後も拡大すると考えられる。そのため轍の形成による植生攪乱の程度と攪乱後の植生回復可能性の評価は、モンゴル国内における砂嵐の被害だけでなく、黄砂による近隣諸国への越境被害の対策においても必要不可欠であると考えられる。

そこで現在使用中の未舗装道路を対象に、車両の通行が周辺植生にどの程度の範囲にどのような影響を与えているかを評価した。また使用を停止し放棄された未舗装道路周辺の植生を調査し、車両通行による植生攪乱後にどの程度自然回復が期待できるのかを明らかにした。またモンゴルでは遊牧が広く営まれており、家畜による採食が植生回復を制限する可能性がある。そこで、未舗装道路の使用停止後さらに牧柵を設置して家畜の侵入を排除し、家畜の採食が植生回復に与える影響を調べた。

## 2. 調査地および調査方法

2008年9月および2009年9月に、モンゴル国首都のUlaanbaatarから150km南西にあるBayan-O'njuul (BO)において調査を行った。現在使用中で車両の影響を長年受けている未舗装道路 (UR)、2004年に使用停止後放棄され現在は使用されていない未舗装道路 (GR)、2004年に使用を停止し牧柵によって家畜の侵入を制限した未舗装道路 (NGR) に調査区を設けた。轍跡から道路に対して垂直に調査区を4反復設定し、各調査区内に40×40cmの方形区を5箇所設けた (図1)。各方形区において、群落被度、出現種、各種の被度を測り、地上部を刈り取り後各種の乾燥重量を測定した。

2010年9月に広域での植生調査を行った。URとGRでは100m×500mを調査範囲と定め、NGRは牧柵内で取れる範囲を考慮し100m×200mを調査範囲に設定した。轍跡から道路に対して垂

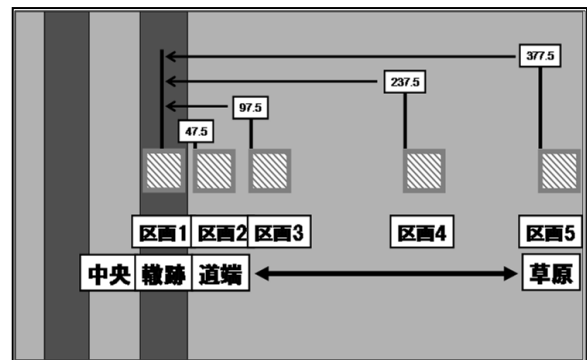


図1 2008年と2009年の調査区画の設置状況。

轍跡の中心に区画1を設置し、その中心部分から47.5cm離れた位置に区画2、97.5cm、237.5cm、377.5cm離れた位置にそれぞれ区画3、区画4、区画5を設置した。

直に調査区を設定し、各調査区内に 50×50cm の方形区を 6 個所設けた。各方形区において、群落被度を調査し、その後優占種および *A. adamsii* の被度を測定した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 車両の通行が未舗装道路に及ぼす影響

草原の植物量は 2008 年でも 2009 年でも、轍跡のみ有意に低く、その他の区画間に差は見られなかった (図 2)。このことは、車両の轍形成による直接的な攪乱は起こっているものの、粉塵や砂塵による遮光や気孔の閉塞 (Farmer 1993) といった間接的な影響はほとんど無いことを示している。各区画の群落被度に占める低嗜好性種の割合も轍跡周辺で特に増加しておらず、牧草地としての質にもほとんど影響はなかった。これは本調査地における一日の車両通行量が 5 台程度と比較的少なかったためかもしれない。モンゴルでは車両の 6 割以上が首都 Ulaanbaatar に存在しており、その他の地域では比較的交通量が少ないと考えられる。

#### 3.2 車両の通行停止による植生回復の可能性と家畜排除の効果

放棄された未舗装道路 (GR) の轍跡の植物量は、使用中の未舗装道路 (UR) の轍跡よりも多く、轍跡以外の区画と有意な差が見られなかった (図 2)。このことは車両の走行によって減少した轍跡の植物量が、車両の通行を停止することで周辺の未攪乱草原と同程度まで回復する事を示している。この結果は、モンゴルよりも降水量の多い日本における研究において、車両の通行を禁止することで植被が回復するという結果と一致する (松島ら 2000、佐々木ら 2002)。轍跡には根茎植物である *Artemisia adamsii* が出現しており、根茎の伸長によって土壌が膨軟化され、他種の侵入・生育が容易になったと考えられた (Bainbridge and Virginia 1990)。

GR における低嗜好性種の割合は、特に轍跡とその周辺で UR より高く、轍跡を中心に低嗜好性種が侵入・拡大していることを示していた (図 3)。低嗜好性種の大半は *A. adamsii* であり、根茎によって拡大するため、草原の牧草地としての質の劣化が今後も進行する可能性がある。車両の通行停止に加え牧柵を用いて家畜の侵入を制限すると、

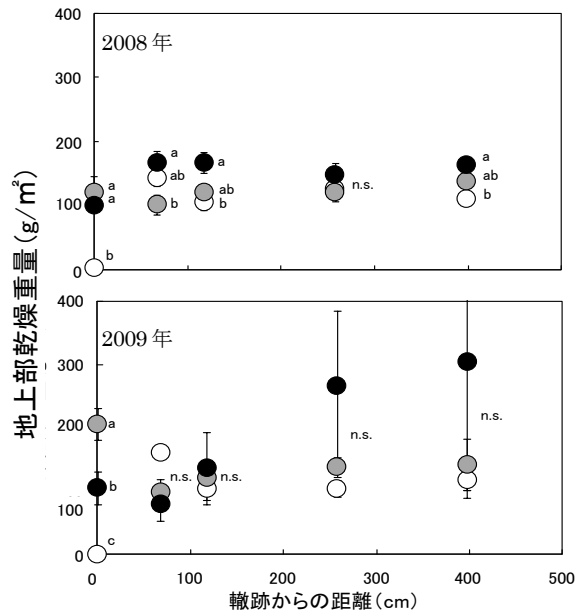


図 2 各区画の地上部乾燥重量。白は使用中の未舗装道路 (UR)、グレーは使用停止道路 (GR)、黒は使用停止道路柵内 (NGR) を表す。異なるアルファベットは各区画において調査道路間に有意な差がある事を示し、n.s.は有意な差がない事を表す (Tukey-kramer test、 $p < 0.05$ )。エラーバーは標準誤差を示す (2008 年:  $n=4$ 、2009 年:  $n=3$ )。

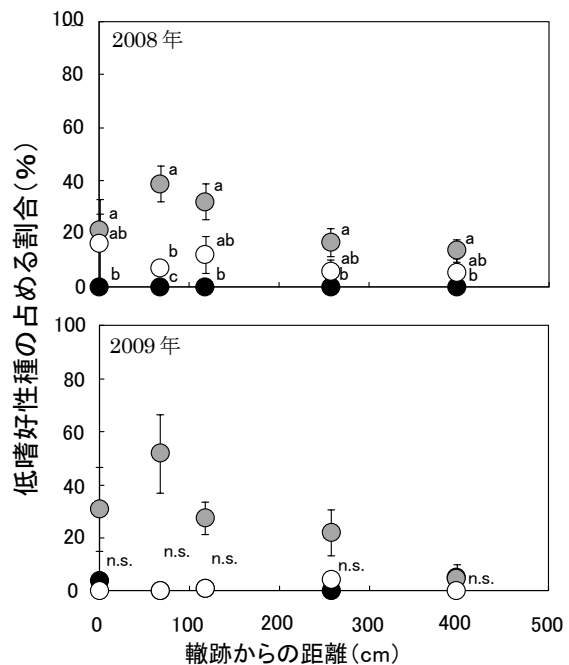


図 3 群落被度に占める低嗜好性種の割合。白は使用中の未舗装道路 (UR)、グレーは使用停止道路 (GR)、黒は使用停止道路柵内 (NGR) を表す。異なるアルファベットは各区画において調査道路間に有意な差がある事を示し、n.s.は有意な差がない事を表す (Tukey-kramer test、 $p < 0.05$ )。エラーバーは標準誤差を示す (2008 年:  $n=4$ 、2009 年:  $n=3$ )。

植物量の回復は促進されなかったものの(図2)、低嗜好性種の占める割合が低下した(図3)。これは家畜の嗜好性の低い *A. adamsii* 量が減少し、嗜好性の高い *Carex* spp.が増加したためであった。このことは、家畜による採食を制限することで、群落の遷移が進行した可能性を示している。半固定砂地のような不安定な環境で優占する *A. adamsii* は、固定砂地へ遷移する過程で群落の水分消費量の増大による乾燥化のために衰退することが知られている(鳥ら2008)。

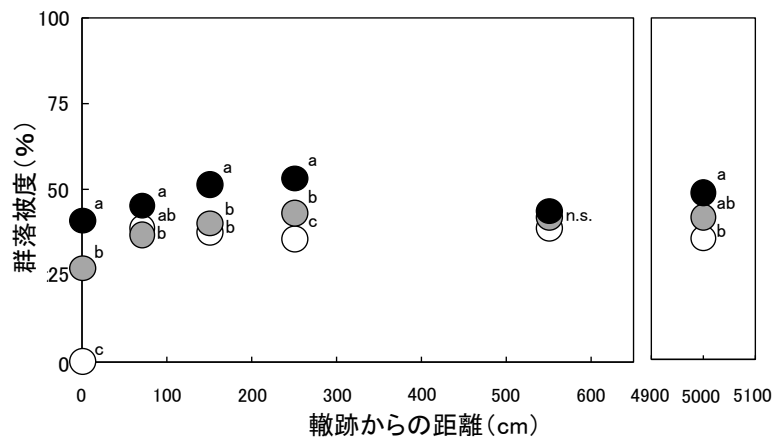


図4 各区画の群落被度。白は使用中の未舗装道路 (UR)、グレーは使用停止道路 (GR)、黒は使用停止道路柵内 (NGR) を表す。異なるアルファベットは各区画において調査道路間に有意な差がある事を示し、n.s.は有意な差がない事を表す (Tukey-kramer test、 $p < 0.05$ )。エラーバーは標準誤差を示す (UR:  $n=20$ 、GR:  $n=25$ 、NGR:  $n=20$ )。

### 3.3 車両通行による植生攪乱と攪乱後の植生回復に関する調査地周辺での一般的傾向

先に述べた結果が調査地周辺で一般的なものであるかどうかを明らかにするため広範囲で調査を行った結果、車両通行による植生攪乱の影響が軌跡に限られることが確認された(図4)。軌跡の植生攪乱は未舗装道路の使用を停止することで回復し、黄砂・砂嵐の発生がほとんど発生しないとされる約20%の植被を越えていた(篠田 2010)。このことは、本調査地周辺では車両の通行を停止して少なくとも4年間放置するだけで、軌跡の裸地化が解消され黄砂・砂嵐の低減に繋がることを示している。

道路の使用停止に加え家畜による採食を排除することで、群落被度は有意に高くなった(図4)。これは家畜による採食を排除しても植物量の増加には繋がらないという結果が(図2)、必ずしも調査地周辺で一般的ではないことを意味している。実際有意ではないものの NGR の植物量は GR よりも多い場合があり(図2)、車両の通行を停止しさらに家畜の侵入を排除することで、植物量の更なる回復が望めることを示唆していた。

家畜の侵入を制限しても群落被度に占める *A. adamsii* の割合は減少しなかった(図5)。*A. adamsii* は調査地で出現する低嗜好性種の大半を占めており、この結果は家畜の侵入を排除することで遷移の進行を促進し、低嗜好性種の拡大を抑制することができるという図3の結果と一致しない。車両走行の影響を排除してから9年経過しても土壌の表層から下層まで硬化が認められる事例(佐々木ら 2002)や、牧柵を設置して3年経過しても群落構成種に影響が見られない事例もあり(Nachinshonhor

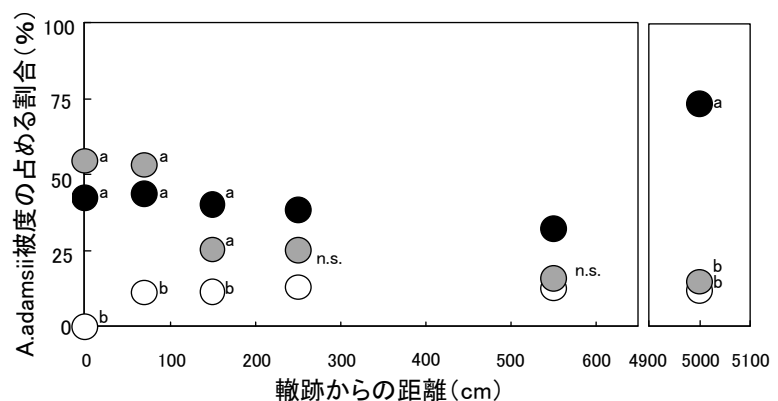


図5 群落被度に占める *A. adamsii* の割合。白は使用中の未舗装道路 (UR)、グレーは使用停止道路 (GR)、黒は使用停止道路柵内 (NGR) を表す。異なるアルファベットは各区画において調査道路間に有意な差がある事を示し、n.s.は有意な差がない事を表す (Tukey-kramer test、 $p < 0.05$ )。エラーバーは標準誤差を示す (UR:  $n=20$ 、GR:  $n=25$ 、NGR:  $n=20$ )。

表1 植生調査区において確認された植物種のリストおよび生活型、家畜の嗜好性 ( Nachinshonkhor et al. 2003)。

科名 (Family)	種名	生活型	家畜の嗜好性
イネ科 (Poaceae)	<i>Agropyron cristatum</i>	多年生草本	高い
	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	多年生草本	高い
	<i>Elymus chinensis</i>	多年生草本	高い
	<i>Stipa krylovii</i>	多年生草本	高い
カヤツリグサ科 (Cyperaceae)	<i>Carex</i> spp.	多年生草本	高い
マメ科 (Leguminosae)	<i>Caragana stenophylla</i>	落葉性灌木	高い
アカザ科 (Chenopodiaceae)	<i>Bassia dasyphylla</i>	一年生草本	中
	<i>Chenopodium acuminatum</i>	一年生草本	中
	<i>Chenopodium album</i>	一年生草本	中
	<i>Chenopodium aristatum</i>	一年生草本	中
	<i>Salsola collina</i>	一年生草本	中
キク科 (Compositae)	<i>Artemisia frigida</i>	多年生草本	高い
	<i>Artemisia adamsii</i>	多年生草本	低い
アブラナ科 (Brassicaceae)	<i>Dontostemon integrifolius</i>	一年生草本	低い

et al. 2003)、草原群落における遷移の進行速度は遅く、質の回復には長期間を要すると考えられる。

#### 4. 結論

以上から、本調査地周辺の草原では、車両の通行は轍跡の植物量を減少させるが、それ以外の区画には影響を及ぼさないことが明らかになった。車両の通行を停止する事で轍跡の植物量は回復したが、低嗜好性種 *A. adamsii* が侵入し拡大することで轍跡とその周辺で草原の質が低下した。車両の通行を停止しさらに家畜の侵入を排除することで植物量の回復は促進される可能性があるが、*A. adamsii* の侵入にともなう草原の質の低下は必ずしも抑えられないことが明らかになった。未舗装道路を放棄し少なくとも4年間自然回復に任せることで、未舗装道路に起因する砂嵐・黄砂の発生は抑制されると期待される。しかし、牧草地としての利用価値を回復するには人為的な管理が必要であると考えられる。

#### 5. 参考文献

- ADB (Asian Development Bank). 2005. Mongolia: Country Environmental Analysis. Manila, Philippines.
- Chung, Y. S., Kim, H. S., Park, K. H., Dulam, J., Gao, T. 2005. Observations of Dust-Storms in China, Mongolia and Associated Dust Falls in Korea in Spring 2003. *Water, Air, & Soil Pollution: Focus* 5: 15-35.
- Farmer A.M. (1993) The effects of dust on vegetation-a review, *Environ. Pollut* 79, pp63-75
- 松島肇、愛甲哲也、近藤哲也、浅川昭一郎 (2000) 北海道石狩浜における海浜植生の被覆面積の変化, *環境情報科学* 14, pp295-300
- Nachinshonkhor U.G., Tserendash S., Jargalsaikhan L., Tsooj Sh., Tsendekhuu Ts., Dugarjav Ch., Hirose T. (2003) モンゴル草原の植物生産力と牧畜形態, *日本モンゴル学会紀要* 33
- Sarkar R.K., Banerjee A., Mukherji S. (1986) Acceleration of peroxidase and catalase activities in leaves of wild dicotyledonous plants, as an indication of automobile exhaust pollution, *Environ. Pollut.* 42, pp289-295
- 佐々木真二郎、近藤哲也、松島肇 (2002) 北海道石狩海岸における車両の走行が植生と土壌に及ぼす影響, *日本緑化工業学会* 28(2), pp342-352
- Bainbridge, D. A., Virginia, R. A. (1990) Restoration in the Sonoran desert. *Restor. Manage. Notes* 8, pp3-14
- 篠田雅人 (2010) 乾燥地科学 枯れ草は黄砂発生にどう影響するか?, *日本地球惑星科学連合ニュースレター* 6(1), pp5-7