

平成21年度

環境保全機能を活用した草地整備手法確立調査委託事業

—大規模草地の土水保全機能強化のための解説冊子—



(北上山地の公共草地)

平成22年3月

社団法人 日本草地畜産種子協会



## はじめに

粗飼料生産基盤が脆弱であった我が国は、昭和28年度の高度集約牧野造成事業の発足以来、草地開発事業によって飼料基盤の拡充強化を図ってきた。とりわけ昭和37年には草地開発を公共事業として位置づけ、我が国の粗飼料生産基盤の拡大整備を図る上で大きな役割を果たしてきた。その後、草地開発適地の奥地化にともない草地開発から草地整備に重点が移るなどの変遷を辿っている。このような草地開発事業の経緯から、公共牧場の多くは山地傾斜地に分布している。また牧場開設後30年以上経過した公共牧場が全体の71%を占め、公共牧場における草地更新面積割合は全国平均で僅か6.9%にとどまっている。このため一部の公共牧場にあつては草地の収量の低下ばかりでなく、植生の悪化さらには荒廃化が進行している。

他方、輸入飼料に依存したわが国の畜産は大量のふん尿を排出している。家畜ふん尿からの窒素排泄量は74万トン/年であり、国土への全窒素排出量の28%にも達し、農地に還元できず、流域の水質汚染などの環境問題をもたらしている。このため乳肉牛の飼養においては、加工型畜産から脱却し、物質循環機能を十分に発揮させた自給飼料生産を行うことが喫緊の課題である。そのためには公共草地を適正に利用管理し、草地の生産を向上するとともに荒廃した草地を再編整備して生産性を向上させ、公共草地の生産並びに土壌・水の保全機能を最大限発揮させなければならない。

本調査事業では全国の主要な大規模草地において、土壌並びに水の保全の実態を調査し、荒廃草地の修復に関する個別技術の確立、水質浄化機能の高い草地開発のための調査等を実施し、草地が有する土壌・水保全機能を最大限発揮させる草地開発整備手法を確立するために必要な資料を得ることを目的に3年間、本調査を実施した。調査結果は報告書に取りまとめたが、報告書の内容を簡潔に理解するための解説書を作成した。この解説書が今後の草地の土壌・水質保全に係わる施策策定の一助になれば幸いです。なお詳しい内容は平成19～21年度の環境保全機能を活用した草地整備手法確立調査委託事業報告書を参照いただきたい。

これらの調査を遂行するにあたり、本調査に携わった独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所、同北海道農業研究センター、国立大学法人琉球大学、同広島大学、大学法人北里研究所の関係各位から、多大な協力を賜りましたことに対して、ここに深く感謝を表します。

社団法人日本草地畜産種子協会会長 信國 卓史



# 目 次

<b>1. 地目別の土壌・水保全機能の特徴</b> .....	1
1) 土壌侵食の要因と草地の土壌保全機能.....	1
2) 畑地・草地・林地の土壌・水保全機能の比較.....	2
3) 草本植生の被覆と根系の土壌緊迫機能.....	3
4) 草本植生の被覆と雨水浸透・地下水涵養機能.....	4
5) 豪雨時に見られる草地の土壌保全効果 — 台風時の事例にして —.....	5
<b>2. 大規模草地の立地・土壌特性及び土壌侵食の特徴</b> .....	6
1) 北海道・東北（青森県）.....	6
2) 北関東・中部（長野県）.....	7
3) 中四国地域.....	8
4) 九州.....	9
5) 沖縄.....	11
6) 草地の土水保全機能の調査法.....	12
<b>3. 土壌保全機能強化技術</b> .....	13
1) ストーンバック法を用いた土壌侵食修復技術.....	13
2) 土壌被覆力の高いシバの品種系統の選抜.....	15
3) 畑地・草地の適正配置の基本.....	16
4) 草地・林地の適正配置の事例.....	17
5) 家畜及び施設の管理.....	18
<b>4. 草地における水質汚染の原因</b> .....	19
1) 草地が水汚染の原因となるケース1：肥培管理.....	19
2) 草地が水汚染の原因となるケース2：放牧地.....	20
3) 草地が水汚染の原因となるケース3：ふん尿処理.....	21
4) 土地利用型酪農・畜産地域における河川水養分負荷の実態と軽減対策（北海道の事例） .....	22
<b>5. 草地の持つ水質保全機能強化技術</b> .....	23
1) 方策1. 施肥管理.....	23
2) 方策2. 無施肥草地の管理.....	24
3) 方策3. 河畔林・湿地の水質浄化機能.....	25
4) 方策4. 草種.....	26
<b>6. 我が国における草地の特徴と主要野草の生態的特性</b> .....	27
1) 草地の特徴.....	27
2) 主要野草の生態的特性.....	30
<b>7. 草地のもつ土水保全機能強化技術の開発の必要性</b> .....	32
1) イギリスにおける草地の土水保全に係わる行政施策から学ぶ.....	32
2) わが国における草地の土水保全機能強化技術開発の今後の課題.....	34



# 1. 地目別の土壌・水保全機能の特徴

## 1) 土壌侵食の要因と草地の土壌保全機能

- 地表面を形作る土壌は、降雨、風、凍結などの外からの作用により動き変化しています。その土壌が農作物や樹木などによって被覆されると、地表面の変化は小さく抑えられ、土と水が保全されます。
- 土壌侵食に関連する要因には、気象、地形、土壌、作物被覆、および防止対策があり、土壌の侵食はそれらの要因の総合により引き起こされています。

### 【解 説】

- (1) 地表面を形作る土壌は、降雨、風、凍結などの外からの作用により動き、変化していますが、その土壌が農作物や樹木などの植生によって被覆されると、地表面の変化は小さく抑えられます。降雨による土壌侵食では、表土の損失により土壌中の有機物、窒素、リンその他の養分の流出、地力の損失を引き起こします。
- (2) この変化が拡大すると、周辺耕草地および河川への土砂の流入、湖、沿岸での水質汚染など、環境に広く悪影響を及ぼします。このため、傾斜地に多く立地する草地においては土壌・水の保全が重要です。
- (3) 土壌侵食に関連する要因には、気象、地形、土壌、作物被覆、および防止対策があり、土壌の侵食はそれらの要因が総合されて引き起こされます。
- (4) 降雨については、たとえば黒ボク土では、降雨強度が 3~4mm/10min から土壌が流亡を始めます。地形は地表傾斜角が 8 度以上では土壌侵食量が急激に増大し、傾斜の増加とともに侵食量が増えます。
- (5) 土壌および作物被覆が適切に管理されていると、土壌侵食を減少し防止されます（写真 A）。草地更新直後の降雨に伴う土壌侵食には注意する必要があります。そのため、水土保持や牧草生育を考慮して適切な草地更新時期並びに草地更新法を選定します（写真 B）。



写真 A 適切に保全された傾斜地の草地の例



写真 B 草地更新直後の降雨による土壌の侵食（小さな溝：リル、大きな溝：ガリができています）

## 2) 畑地・草地・林地の土壌・水保全機能の比較

- 土地利用ごとの水の流出率は、裸地が 49 %に対して草地では 8～15%と少なくなります。また流出土砂量は、草地では裸地の 3～6%と少なくなります。
- 草地でも牛ふんを施用（現物 約 3 t/10a/y）した草地では、水の流出および土砂の流出がさらに少なくなります。

### 【解説】

- (1) 地表被覆の異なる土地利用ごとの水の流出は、裸地の 49 %に対して草地では 8～15%と少なくなります（図）。また流出土砂量は、草地では年間 11～22kg/a で、裸地の 3～6%と少なくなります。ここで測定された木本植栽地では下層に草本がなく、樹冠から表土に達した雨水によって侵食が生じていました。このためこれらの林地の水と土砂の流出量は、裸地と草地の中間となります。
- (2) 一般に傾斜地では、水の収支及び土壌流亡からみた土壌保全機能は、林地が最も優れているとされます。この林地の高い土壌保全機能は、下層が草本で構成され土壌表層が大きな浸透促進作用をもつためです。
- (3) 草地でも牛ふんを施用（現物 約 3 t/10a/y）をした草地では、水の流出および土砂の流出がさらに少なくなります。これは牛ふん施用による表層土壌の孔隙増加と、団粒形成により、地中への浸透性が高まり、地表の侵食量が減少するためです。このため牛ふん施用による有機物の添加は地表流出と侵食の抑制に効果的にはたります。
- (4) 家畜の放牧密度が大きくなって、牧草を傷めたり表土が固結し裸地が露出すると、地表流出が増加して、土壌の流亡が生じます。家畜によって、地表の裸地化と表層土壌の固結化や泥濘化をおこさないような放牧方法と牧草生産に努めることが大切です。

<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/SEIKA/04/ch04056.html>

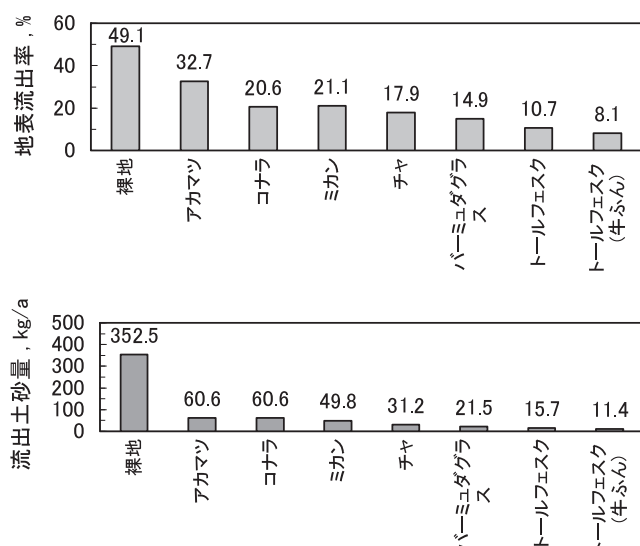


図 地表被覆ごとの地表流出率と流出土砂量.

(山崎ほか (1984) による花崗岩質風化土壌を用いたライシメータ試験結果、地表傾斜 15° )



### 3) 草本植生の被覆と根系の土壌緊迫機能

- 草地では牧草の生育により、およそ 60~80cm の深さまで根系が発達します。根はとくに表層付近が密で、深さ 0~15cm までの土層では 0~5cm の深さに約 80%の根量が分布します。
- 土壌表層に発達した密な根系は、深さ 5cm から 10cm の表土を緊迫して保持します。
- 放牧草地では、牧草根が十分に表土を保持していると、家畜の歩行に対して表土の抵抗がはたらかき、表層土壌の崩壊をくい止めることができます。
- しかし、放牧強度が大きいと傾斜地を歩行する牛の蹄圧により、表土のせん断崩壊により土壌が露出して土壌侵食や土壌養分の流亡がおきやすいので、注意が必要です。

#### 【解説】

- (1) 牧草地ではおよそ 60~80cm の深さまで根系が発達します。牧草の根はとくに表層付近に密で、深さ 0~15cm までの土層では 0~5cm の深さに約 80%の根量が分布します (表 1)。
- (2) 土壌表層に発達した密な根系は、深さ 5cm から 10cm の表土を緊迫して保持します。この効果により、降雨による表土の侵食や崩壊を防ぎます (表 2)。  
[http://www.affrc.go.jp/seika/data\\_ngri/h09/ngri97027.html](http://www.affrc.go.jp/seika/data_ngri/h09/ngri97027.html)
- (3) 放牧草地では、牧草根が十分に表土を保持していると、家畜の歩行に対して表土の抵抗がはたらかき、表層土壌の崩壊をくい止めることができます。
- (4) しかし、放牧強度が大きくなり、傾斜地を歩行する牛の蹄圧が増すと、表土のせん断崩壊によって、土壌が露出して侵食や養分の流亡がおきます。こうした表土の侵食は植生の生育が不十分な裸地部、地形勾配の大きな急傾斜地のような場所や降雨直後では土壌の保持力が小さい時期に生じやすいので、注意が必要です。

表 1 経年草地の牧草根の分布割合

造成工法 区別	採取部位 cm	乾燥収量 kg/10a	乾燥根量* g	分布割合 %
不耕起	0~5	1052	25.6	74
	~10		6.5	19
	~15		2.6	7
ローター ベータ 耕起	0~5	1216	42.0	80
	~10		8.7	16
	~15		2.3	4
プラウ	0~5	1140	33.0	80
	~10		5.3	13
	~15		3.1	7

\*30x30x5 cm 当たり

表 2 ペレニアルライグラスの生育と

強度 30mm/h の人工降雨による土壌流出。

牧草生育：地上部乾重、地下部根重

生育 日数	地上部 乾物重 g/m <sup>2</sup>	表層根乾物重 0-2 cm深 g/m <sup>2</sup>	降雨 強度 mm/h	土壌 流出量 g/m <sup>2</sup> /h
0	-	-	30	238
30	72	4	30	140
60	180	23	30	25
93	424	33	30	22

#### 4) 草本植生の被覆と雨水浸透・地下水涵養機能

- 草地では牧草の生育により、表層は根系と腐食物質に富むようになり、多くの孔隙が発達します。
- 土地被覆ごとの最終浸透能は、草地では森林の約半分程度 130mm/h を示します。裸地の平均は 80mm/h ですから、適切に牧草が生育していると、草地の表土は比較的大きな雨水の吸収機能を持ちます。
- 草地では牧草が十分に繁茂していれば、地表流出量は少なく、この流出量のほとんどは地下浸透して地下水を涵養します。

#### 【解 説】

- (1) 草地では牧草の生育により、表層は根系と腐食物質に富むようになり、多くの孔隙が発達します。このため降雨があると、雨水は土壌中に浸透していきます。この降雨に伴う雨水の浸透は、降雨の継続とともに急激に減少し約 1 時間後には一定の最終浸透能で浸透するようになります。
- (2) 土地被覆ごとの最終浸透能は、草地では森林の半分程度 130mm/h を示します（表 1）。裸地の平均は 80mm/h ですから、草地の表土は比較的大きな雨水の吸収機能を持ちます。
- (3) 植被タイプごとの年間の水収支は、草地では降雨から蒸発散を引いた残りの 531mm が流出量となります。草地では牧草が十分に繁茂していれば、地表流出量は少なく、この流出量のほとんどは地下浸透して地下水を涵養します（表 2）。

表 1 土地被覆ごとの最終浸透能

単位：mm/h									
林地		伐採跡地		草地		裸地			
針葉樹	広葉樹	軽度	重度	自然	人工	崩壊地	歩道	畑地	
天然林	人工林	天然林	攪乱	攪乱	草地	草地			
211.4	260.2	271.6	212.2	49.6	143.0	107.3	102.3	12.7	89.3
(5)	(14)	(15)	(10)	(5)	(8)	(6)	(6)	(3)	(3)
林地平均		伐採跡地平均		草生地平均		裸地平均			
258.2		158.0		127.7		79.2			(12)
		(34)		(15)					

( )内の数値は測定地区数 村井ら (1975)

表 2 植被タイプごとの年間水収支

植被タイプ	降水量	蒸発散量	流出量
	mm	mm	mm
森林	964	634	330
耕地	964	520	444
草地	964	433	531
裸地	964	297	667

## 5) 豪雨時に見られる草地の土壌保全効果—台風時の事例にして—

- 放牧草地に生じた洪水は、流域の谷部に沿って流れ、その流量は下流方向に増加します。
- 2007年9月の台風による豪雨時には草地で流量3~4 m<sup>3</sup>/s、継続時間30分の流れとなりましたが、表土はほとんど侵食されることはありませんでした。これは茎葉による被覆と根系による緊迫保持による保全効果です。

### 【解 説】

- (1) 放牧草地に生じた洪水は、流域の谷部に沿って流れ、その流量は下流方向に増加します。  
2007年9月の台風による豪雨時に長野県御代田町の草地では流量3~4 m<sup>3</sup>/s、継続時間30分の流れとなりましたが、表土はほとんど侵食されることはありませんでした（写真A B）。
- (2) これは、茎葉による被覆と根系による緊迫保持による保全効果です。
- (3) これに対して、植え付け前の畑地では小規模のリル水路が多数形成され洪水流を増加させました（写真C）。林地では樹木の倒伏が生じました（写真D）。



写真A B 洪水直後の牧草の地表被覆状態（牧草はオーチャードグラス、トールフェスク）



写真C 洪水による植え付け前畑地の侵食



写真D 林地での樹木倒伏

## 2. 大規模草地の立地・土壌特性および土壌侵食の特徴

### 1) 北海道・東北(青森県)

- 北海道・東北(青森県)の公共放牧草地の多くは、火山灰性の黒ボク土壌地帯に分布しています。
- 東北地方(青森県)の放牧草地は、標高の高い山麓地での開発が進められ、急傾斜地が多く牧区の面積が小さくなっています。一方、北海道の放牧草地は、牧区の面積と斜面長が大きいのが特徴です。
- 土壌侵食は、降雨量や時間当たり降雨量により、発生状況や規模が異なり、降雨条件を知ることが重要です。
- 土壌侵食は、草地更新や草地整備後の土壌表面が裸地状態の時に発生発達しますので、植生による被覆が重要になります。
- 降雨によりもたらされた表面流去水は、低い谷部の地形に集まりやすく、水みちが形成されると、土壌侵食の危険性が増し、ガリ侵食起こります。放牧草地では牛道が形成され、水みちと牛道が重なるような地形条件では、ガリ侵食が増大します。

#### 【解 説】

- (1) 北海道・東北(青森県)の公共放牧草地の多くは、火山灰性の黒ボク土壌地帯に分布しています。東北地方(青森県)の放牧草地は、標高の高い山麓地での開発が進められ、急傾斜地が多く、牧区の面積が小さくなっています。一方、北海道の放牧草地は、牧区の面積と斜面長が大きいのが特徴です。

土壌・地質、地形、土地利用に関する図面や基本データの情報は、以下のWEBサイトから入手することが出来ます。国土交通省>土地・水資源局>国土調査課>調査データを知る

(<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/landclassification/cyberjapan/index.html>)

- (2) 土壌侵食は、降雨により引き起こされ、総降雨量や時間当たりの降雨量(降雨強度)と関係しています。わが国では、西日本の九州地方や沖縄地方で年間降雨量の多く降雨強度も強いので、土壌侵食の危険性が高い地域であると言われています。一方、東日本の北海道・東北地方では、年間の降雨量がそれほど多くなく、降雨強度もそれほど強くないのが特徴です。降雨や気象に関する基本データの情報は、以下のWEBサイトから入手することが出来ます。国土交通省>気象庁>気象統計情報 > 過去の気象データ検索 (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)

- (3) 草地における土壌侵食の発生状況と規模は、牧場の地形、傾斜、斜面長、草地表面の植生状態により異なります。また、放牧された牛により形成された牛道と降雨によりもたらされた表面流去水が谷部の水みちに集まると、土壌侵食がガリ侵食へと拡大していきます。



写真1 草地更新後の土壌侵食と植生による被覆



写真2 放牧草地における牛道と土壌侵食の発達状況

(北里大学獣医学部 嶋 栄吾)

## 2) 北関東・中部(長野県)

- 北関東・中部(長野県)の大規模草地の多くは、黒ボク土壌地帯に分布しています。
- 多くの草地が標高の高い山岳帯の丘陵や山麓に位置するため、急傾斜草地も多く存在しています。
- 雨水が低位部に集中するような地形特性を有する牧区では、深さが 2m 以上もある大きな侵食(ガリ侵食といいます)が発生しています。
- 水が浸み込みにくい状態の草地では、草地表面を流れる雨水の量が増すため、激しい土壌侵食が発生する傾向があります。

### 【解 説】

- (1) 北関東・中部(長野県)地域には、黒ボク土壌が広く分布しており、大規模草地の多くはこの土壌地帯に分布しています。これらの草地の多くは、那須・日光連山、赤城・三国・浅間・八ヶ岳など比較的急峻な山々の山麓丘陵地帯に位置しており、急傾斜草地も多く存在しています。土壌図等の土地分類基本調査図は国土交通省土地・水資源局国土調査課の Web から閲覧できます。たとえば、(<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/landclassification/cyberjapan/index.html>)
- (2) 黒ボク土壌は、突き固めによる透水係数の著しい低下や、一般に圧縮強度が小さいなどの工学的特性を有するため、放牧牛による踏圧、練り返しなどが土壌侵食の発生に影響することも考えられ、土壌保全上、注意が必要です。
- (3) 土壌侵食の程度は、牧区の地形や傾斜によって様々ですが、雨水が低位部に集中するような地形特性を有する牧区では、深さが 2m 以上もある大きな侵食(ガリ侵食といいます)が発生しています。放牧草地では、放牧牛の踏圧によって土壌が締め固められ、水が浸み込みにくい状態(浸入能の低下)になることがあります。浸入能の低い草地では、草地表面を流れる雨水の量が増すため、激しい土壌侵食が発生する傾向にあります。



写真1 放牧草地に発生した大規模な土壌侵食



写真2 放牧草地に発生した大規模な土壌侵食

### 3) 中四国地域

- 中四国地域の草地の多くは、山間―中山間地域の傾斜地に散見されます。
- 四国カルスト地域のほうが、中国地域よりも土壤侵食の規模が大きいことが伺えますが、その進行は早いものではありません。
- 山口県中央部の秋吉台カルスト地形は、雨水などで侵食を受けやすい石灰岩を母材とする細粒質の赤黄色土で形成され、土壤の侵食速度が速いために注意が必要です。
- カルスト地形では、ドリーネと呼ばれる窪地付近で降雨時に地表面のずり落ちが発生しています。草地維持のためには、早期対策が求められます。

#### 【解説】

##### (1) 中四国地域における草地の立地と土壤の特性

- 立地：複雑な地形の山地、丘陵地の占める割合（山地 70%）が多いのが特徴です。
- 草地土壤：黒ボク土（中国山地と四国山地の一部）のほか、この地域では褐色森林土と赤黄色土が見られます。山陽 4 県に分布する花崗岩質土壤（マサ土）と山口県中央部と愛媛県南東部から高知県北西部に分布するカルスト地形が特徴です。
- 荒廃草地の現状：中四国地域の実態調査の結果から、四国カルスト地域の方が、中国地域よりも土壤侵食は大規模であると考えられますが、その進行はそれほど早いものではありません。

##### (2) カルスト地形における土壤侵食の特徴

- 四国カルスト地形：森林褐色土と黒ボク土。降雨時の表層流去水が原因で、放牧地内に部分的に発生している場所が見られます。比較的大規模ですが、侵食底部に野草の生育や苔類が見られることから（写真 1 左）、土壤侵食の進行はそれほど早くないと考えられます。
- 秋吉台カルスト地形：赤黄色土：石灰岩を母材とした赤色土壤。他の場所と比較して、土壤侵食の規模は大きくないが、土壤侵食は急速に進行するものと考えられます（写真 1 右）。



写真 1 四国カルスト（左）と秋吉台カルスト（右）の土壤侵食の様子。

- カルスト地形で共通して見られる特徴：ドリーネ（Doline）と呼ばれる小規模の窪地が放牧地内に見られます（写真 2）。この窪地付近では、降雨時に地表面のずり落ちが発生し、放牧牛の表層攪乱によって助長される場所が見られます。雨が降るたびに拡大の傾向にあり、草地維持のためには早期対策が求められます。



写真 2 圃場内のドリーネ（左）とドリーネ付近で発生した地表面のずり落ち（右）。

（広島大学 川村 健介）

#### 4) 九州

- 地形・地質の変化に富んだ九州には、様々な土壌が分布しています。
- 九州の大規模草地の多くは、阿蘇・久住地域の黒ボク土地帯に分布しています。
- 平坦地～緩傾斜地には牧草地が造成され、急傾斜地の多くは野草地のまま利用しています。
- 阿蘇・久住地域には特殊な黒ボク土が存在し、土壌保全・草地管理上、注意が必要です。
- 急傾斜地の野草地(特に放牧地)では、小規模な土壌侵食が随所で認められます。
- 人工草地では局所地形や雨水の集まり方によって、牧柵沿いや勾配急変箇所では比較的大規模な土壌侵食が発生する場合があります。
- 土壌侵食は、①崩壊型侵食地、②牛道型侵食地、③流路型侵食地に大別されます。

#### 【解説】

- (1) 九州地方の地形・地質は変化に富んでいますので、山地・丘陵地・台地・低地・離島に、それぞれの母材から生成された様々な土壌が分布しています。

[http://konarc.naro.affrc.go.jp/kankyo/d\\_shigen/soil\\_kyushu/soilmap\\_j.gif](http://konarc.naro.affrc.go.jp/kankyo/d_shigen/soil_kyushu/soilmap_j.gif)

- (2) 九州地域における大規模草地の多くは、中央部の阿蘇・久住地域の黒ボク土(火山灰土)地帯に分布しています。これらの大規模草地地帯では、これまでに平坦地～緩傾斜地には牧草地が造成されましたが、急傾斜地は野草地のまま放牧地等として利用されています。

<http://www.vegetation.jp/miru/block/kyushu.html>

- (3) 阿蘇・久住地域には、乾燥すると著しく硬化し、その土塊を水に漬けても崩壊しない「ニガ土」と呼ばれる特殊な黒ボク土が存在しています。土壌保全上、また草地管理の際、注意が必要です。

[http://konarc.naro.affrc.go.jp/kankyo/d\\_shigen/member/kubotera/kubotera.htm](http://konarc.naro.affrc.go.jp/kankyo/d_shigen/member/kubotera/kubotera.htm)

- (4) 阿蘇・久住地域では年間降水量が3,000mmを超えますが、野草および牧草の生育が旺盛ですので、著しい土壌侵食は発生していません。特に、平坦地～緩傾斜地に造成され、農業機械による維持管理が行われている牧草地の多くは、顕著な土壌侵食は見受けられません。しかし、緩傾斜草地であっても、局所地形や雨水の集まり方によって、牧柵沿いや勾配急変箇所では比較的大規模な土壌侵食が発生する場合があります(次頁の写真1, 2)。急傾斜地の野草地(特に放牧地)では、冬季における土壌の凍結・融解なども影響するため、小規模な土壌侵食が随所で認められます。

- (5) 阿蘇・久住地域での土壌侵食は、発生した要因や形態により、次の3タイプに大別されます。①冬季の凍結・融解等によって表層土壌が崩れ落ちて発生し、侵食地周辺の斜面方位が一定な「崩壊型侵食地」(写真3)、②放牧家畜の蹄による攪乱で生成され、侵食部以外は斜面方位が一定な「牛道型侵食地」(写真4)、③相対する方位の斜面によって形成された凹部を水が流れ、侵食が発生する「流路型侵食地」です(写真5)。



写真1 久住地域の牧柵沿いの侵食状況



写真2 久住地域の勾配急変箇所における侵食



写真3 阿蘇地域の野草地に発生した崩壊型侵食地



写真4 阿蘇地域の野草地に発生した牛道型侵食地



写真5 阿蘇地域の野草地に発生した流路型侵食地

(畜産草地研究所 中尾 誠司)



## 5) 沖縄

- 沖縄県の大規模放牧草地は、赤黄色土（国頭マージ）、あるいは琉球珊瑚石灰岩由来の土壌（島尻マージ）に立地しています。
- 急傾斜の草地では希に侵食（ガリ侵食）も認められますが、適正な放牧管理条件では、平坦地で侵食（リル侵食、ガリ侵食）の発生はほとんど認められません。
- 草地に窪地（沢）があり、勾配がある地形特性の場合、表面流去水による侵食（リル侵食、ガリ侵食）が発生する箇所もあります。

### 【解説】

- (1) 沖縄県の土壌の分布と特徴の概要は沖縄県総合事務局農林水産部の「沖縄の自然環境」に紹介されています。<http://ogb.go.jp/nousui/nns/c1/page3-3.htm>
- (2) 沖縄県の大規模放牧草地は、赤黄色土（国頭マージ）、あるいは琉球珊瑚石灰岩由来の土壌（島尻マージ）に立地しています。赤黄色土を主体とする草地は沖縄本島北部、伊平屋島、久米島、石垣島、西表島に分布し、一部の草地では機械による造成が行われていない放牧草地もあります。一方、琉球珊瑚石灰岩由来の土壌は竹富町の竹富島、黒島などの主な草地土壌ですが、80年代以後の各種草地開発事業によるスタビライザー・ストンクラッシャー連続工法によってほぼ造成されています。
- (3) 沖縄県の放牧草地土壌で最も侵食を受けやすい土壌は赤黄色土ですが、急勾配で等高線に平行でない牛道が設置された場合を除き、草本類、木本類の植物の被覆速度が大きく、裸地が少ないため、大規模の土壌侵食が起ることはまれです。  
機械を用いた新たな草地造成（整備）を行う場合、沖縄県赤土等流出防止条例（平成7年）によって土壌侵食は厳しく規制されています。  
[http://www.pref.okinawa.jp/okinawa\\_kankyo/taikei/j\\_ryushutsuboushi/index.html](http://www.pref.okinawa.jp/okinawa_kankyo/taikei/j_ryushutsuboushi/index.html)
- (4) 沖縄県に分布する草地（放牧草地、採草地、野草地）では、ガリ侵食（gully erosion）やリル侵食（rill erosion）による草地の崩壊箇所は限定されます。
- (5) 放牧草地でガリ・リル侵食の発生をもたらす要因は、傾斜角度が20°以上、地形の走行傾斜、牛道、裸地、沢を起点に表面流去水が流れ易い地形等です。
- (6) 造成された草地では、肥培管理（化成肥料、ふん尿、堆肥）が少ないかあるいは無い草地では、腐植層が薄く、雑草の侵入や裸地面積の拡大が荒廃草地、表土流亡、さらには土壌侵食の要因となる可能性があります。



写真1. 降雨と牛道によってできたガリ侵食（石垣島北部）



写真2. 降雨により沢から溢れた雨水が流れて形成されたガリ侵食（石垣島北部）



写真3. 急勾配の放牧草地で発生した土壌侵食（伊平屋島）

(琉球大学農学部 川本 康博)

## 6) 草地の土水保全機能の調査法

- 草地の土水保全機能は、地形、土壌、気候などの条件で異なります。
- 土水保全機能の同一牧場内での違い、あるいは地域差を理解するためには、共通の調査法により現地実態を把握する必要があります。
- これまで、現地実態調査に関する具体的な基準や手引きは整備されていませんでした。
- 草地の地形調査、土壌侵食実態調査、土壌に関する調査、植生や草地管理などに関する調査の基準と具体的手引きを作成しました。

### 【解 説】

(1) 調査の項目は、地形などの調査、土壌・植生調査、放牧・草地管理などの調査、の3つに分かれます。それぞれの調査について、調査メニューを示し、具体的な調査・試験法が解説されています(表1、写真1～5)。

基準・手引き書は、「平成21年度環境保全機能を活用した草地整備手法確立調査」報告書にあります。

表1 土水保全機能評価のための基本調査法の概要

調査等の項目	目的と内容	調査メニュー
草地地形および侵食地形の計測	草地の地形を把握するとともに、草地内の裸地の面的な状態と、リル、ガリーの侵食水路、および牛道の線的な状態を把握する。そのためそれぞれの空間分布を調査し、測点において断面形、地点勾配、流域面積を測定する。	①地形・断面などの測量
放牧草地の土壌・植生の計測	草地を成立させている土壌地盤の硬さ、透水性、および密度・組成を計測・試験する。また土壌の母材・土壌群を判別し、土壌の面から対比できる資料を作成する。植生については、草種・群落高などの調査を行う。	②土壌断面調査 ③植生調査 ④土壌硬度調査 ⑤透水性試験 ⑥土壌物理性試験
放牧・草地管理状況の調査・測定	草地の土水環境の劣化などの状況と、草地の各種管理状況との関連を明らかにするため、放牧草地化の歴史、放牧管理状況、牧草・草地管理状況、施肥状況などを調査する。	⑦草地履歴調査 ⑧放牧履歴調査 ⑨草地管理履歴調査



写真1 土壌侵食断面の測量作業



写真2 土壌断面調査、採土の様子

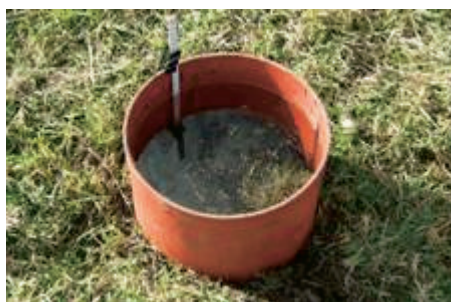


写真3 水の浸入試験の様子



写真4 土壌貫入抵抗(土壌硬度)試験の様子

(畜産草地研究所 中尾 誠司)

### 3. 土壌保全機能強化技術

#### 1) ストーンバック法を用いた土壌侵食修復技術

- ストーンバック法は、簡便かつ低コストで設置が可能な荒廃草地の修復技術の一つです。
- 裸地化した放牧草地へのストーンバック設置によって、草地の裸地修復効果があります。
- 夏季高温期でも植生が維持されるトールフェスクは、荒廃草地の修復に導入可能な草種です。また暖地型牧草の中でも耐旱・耐冬性に優れるバヒアグラスは、西南暖地における草地修復のための有力な草種です。

#### 【解 説】

##### (1) ストーンバックの作成・設置方法

ストーンバック法は、ガリ侵食部の緑化・修復を目的に考案された方法です。ストーンバックは、簡単かつ安価に作成でき（写真1）、その設置方法（写真2）も簡単です。



写真1 ストーンバックの作り方



写真2 ストーンバックから発芽定着した寒地型牧草

##### (2) 寒冷地におけるストーンバックによる土壌侵食修復効果

寒冷地におけるストーンバックの修復効果は既に立証されています（写真3）。寒冷地においてはストーンバック設置3年後には使用した成形複合肥料中の成分は消失しますので、緩効性肥料や堆肥を施与しなければ、再び牧草の成長が抑制され裸地化の恐れがあります。



写真3 ガリ侵食地に設置したストーンバック（写真左）と3年後の修復状況（北海道北斗牧場）

##### (3) 温帯・暖温帯地域におけるストーンバックによる土壌侵食修復効果

関西以西に広く分布する花崗岩風化土壌（マサ土）は崩壊し易く、保肥力が弱いため草地造成しても牧草の定着は不良で、マサ土が露出します。このような土壌侵食地においてストーンバックによる修復効果が明らかです（次ページ写真4）。

ストーンバックに使用する寒地型牧草としてはトールフェスクを、暖地型牧草としてはバヒヤグラス（品種：ティフトン9）を使用します。ただしバヒヤグラスの初期成長は寒地型牧草よりも遅いので、トールフェスクのストーンバックとバヒヤグラスのストーンバックを組み合わせて設置します。

温帯・暖温帯地域では貧栄養土壌条件でも生育するススキなどの野草類の成長が旺盛です。このためストーンバックによって牧草が定着すると、これらの野草類が侵入定着しますので（写真5）、その寒冷地よりも修復効果が大きいのが特徴です。

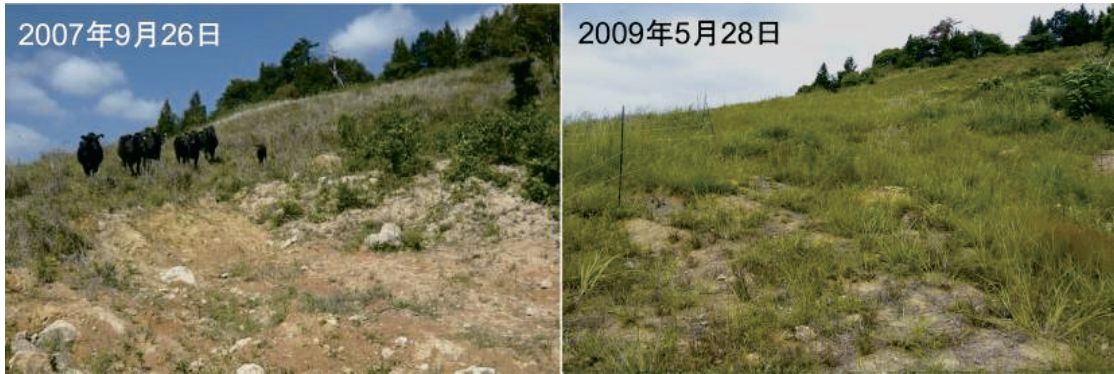


写真4 ストーンバック設置前の裸地放牧地（写真左）と2年後の修復状況（岡山県矢掛育成牧場）



写真5 ストーンバック周辺に定着したススキなどの野草

(4) ストーンバックの裸地修復機能

ストーンバック設置による裸地修復機能に関して、以下のような効果が期待されます。

- 1) 裸地化した放牧草地における牧草の生育・定着
- 2) 周辺に生育する野草の発芽・定着の促進
- 3) 発芽直後の野草などの流失防止効果
- 4) 成形肥料の使用による長期的な施肥効果（図1）

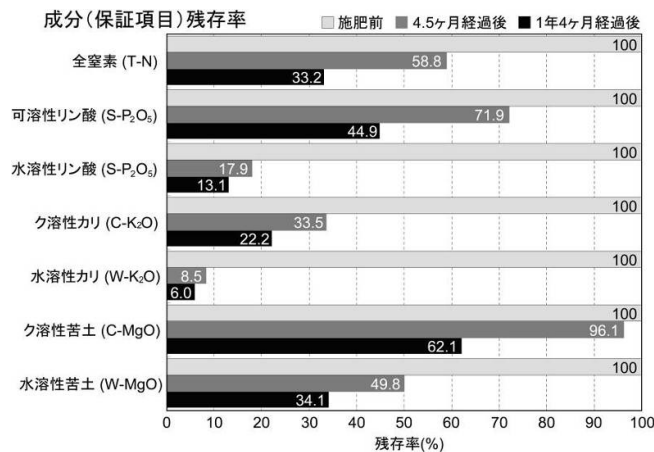


図1 成形肥料の成分残存率（施肥前、4.5ヶ月経過後、1年4ヶ月経過後）

（広島大学 川村 健介）

## 2) 土壤被覆力の高いシバの系統品種の選抜

- シバは匍匐茎を旺盛に伸長させ、地面を覆うので、草地からの土壌流亡を抑える能力が高い。
- シバの匍匐茎の伸びや被覆速度には、品種・系統により著しい差があります。
- 品種「朝駆」や系統「選抜7」・「選抜34」のシバは、匍匐茎の伸びや被覆速度に優れ、土壌保全上、有望な品種・系統と考えられます。

### 【解説】

- (1) シバ (*Zoysia japonica* Steud.) は匍匐茎により地表を被覆しながら広がり、草高が約 10cm、地面を覆う割合(被度)が 70~80%程度になれば、土壌流亡を大幅に抑えられるようになります(図 1)。

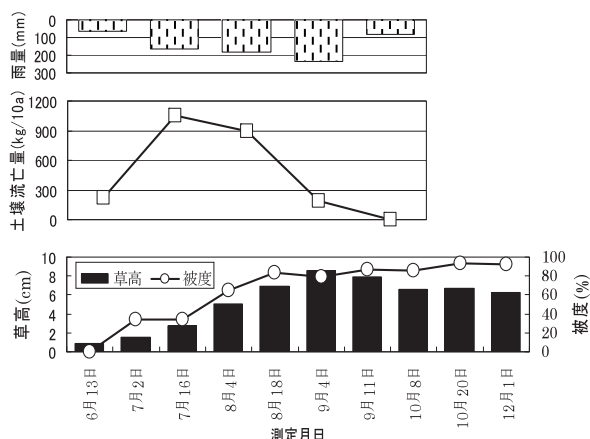


図 1 シバの土壌保全効果

- (2) シバ品種・系統の間には、匍匐茎の伸長および被覆速度(面積)に著しい差異が見られます。品種「朝駆」、系統「選抜7」・「選抜34」は、土壌保全に有効な品種・系統です。特に「選抜7」は貧栄養土壌条件でも匍匐茎の伸長が良い系統です(表1、写真1)。

表 1 シバの被覆速度における品種・系統間の差

品種・系統名	2008年						2009年
	最大匍匐茎長(cm)		匍匐茎数		被覆面積(m <sup>2</sup> )		被覆面積(m <sup>2</sup> )
	6月23日	7月29日	6月23日	7月29日	7月29日	10月1日	7月5日
アケミドリ	16	59	5	22	2.3	8.8	6.9
イナヒカリ	20	53	7	31	2.3	7.9	5.0
たねぞう	11	75	5	33	3.7	9.9	2.3
朝駆	37	112	15	36	7.5	21.5	37.1
選抜7	37	98	17	44	5.6	12.5	23.1
選抜34	30	87	10	50	4.9	12.1	22.0

注. 1) 各品種・系統の切芝(30cm×30cm)を2008年4月28日に栃木県那須塩原市(社)日本草地畜産種子協会圃場に移植。

2) 被覆面積の算出はシバ被覆地の長径(最も長い匍匐茎)と短径(最も短い匍匐茎)を測定し長径×短径とした。

3) 選抜7および34は(社)日本草地畜産種子協会育成系統。



写真1 シバ品種・系統の生育状況(左から「イナヒカリ」、「朝駆」、「選抜7」、「選抜34」)  
2008年8月18日撮影

### 3) 畑地・草地の適正配置の基本

- 草地は、水の流出や土壌の流亡が、畑地に比べ少なく、それらが系外へ流出するのを抑える効果があります。
- 畑地と草地が混在する流域では、草地は水や土壌の流出を緩和する緩衝領域として、流域からの土・水流出を軽減する役割が期待できます。
- 畑地の下流域に草地が分布している配置の場合、畑地からの流去水などが、草地によって捕捉されるので、牧草生産に影響のない範囲であれば、適正な配置となります。
- 畑地、草地ともに、圃場低位部に、畑地では草生帯を作り、草地の場合は禁牧をするなどして植生を残すことで、土・水流出を抑えることができます。
- 裸地斜面の長さの 1/3 程度の草生帯を設けることによって、土水流出が大幅に抑制されます。

#### 【解説】

(1) 草地は、畑地に比べ、水をとどめておく量（保留量）が多いので、同じ規模の雨の場合、雨水の流出や、それによって生じる土壌流亡の量は、畑地の場合より大幅に小さくなると考えられます（図 1）。畑地と草地が混在する流域では、草地が水や土壌の流出を緩和する緩衝領域として、流域からの土・水流出を軽減する役割が期待できます。畑地の下流側に草地が分布しているような配置の場合、畑地からの流去水などが草地によって捕捉されるので、牧草生産に影響のない範囲であれば、土水保全的には適正な配置となります。

畜産草地研究所草地多面的機能研究チームホームページ参照

<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/org/efrt/links.html>

(2) 放牧草地の牧柵沿いでは、牛道が形成されやすいのですが、これらは牧区低位部へ水の集中を促す場合もあります。そのため牧区の下部では大きな侵食溝（ガリ侵食）が発生することもあります。牧区は、できるだけ谷地形を含まないような形で配置するのが理想です。しかし、地形的に困難な場合も多いので、低位部に雨水が集まりやすい牧区では、低位部に向かう牧柵沿いや低位部流末付近は禁牧をするなど、植生を残して流域からの土・水流出を抑える必要があります。

(3) 裸地斜面の長さの 1/3 程度の草生帯を下流部に設けることによって、雨水の流出量および土壌流亡量は大幅に減少します（図 2）。

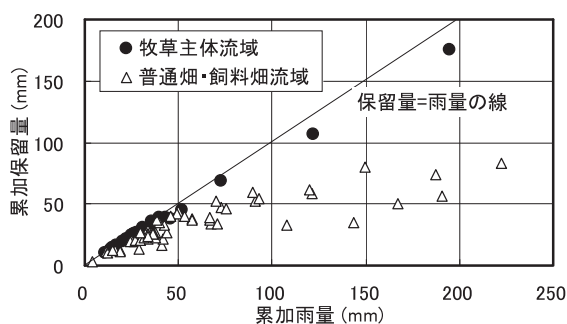


図 1 牧草流域と畑流域における雨水保留量

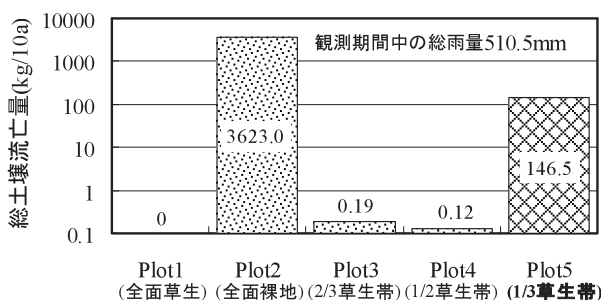


図 2 草生帯の土壌保全効果

(畜産草地研究所 中尾 誠司)

#### 4) 草地・林地の適正配置の事例

- 大規模草地の土地利用は、周囲の林地や畑地と調和し、また内部に林地を含むような土地利用が有効です。
- 広い尾根型の緩傾斜の草地では、等高線方向に樹林帯を配置し、谷型の斜面からなる草地では、谷部に沿って林帯を配置するのが有効です。

##### 【解 説】

- (1) 大規模草地の土地利用は、周囲の林地や畑地と調和し、また内部に林地を含むよう景觀や水系の保全に配慮する必要があります。

[http://www.affrc.go.jp/ja/agropedia/seika/data\\_nilgs/h14/ch071](http://www.affrc.go.jp/ja/agropedia/seika/data_nilgs/h14/ch071)

- (2) 広い尾根型の緩傾斜の草地では、等高線方向に樹林帯を配置します。
- (3) 谷型の斜面からなる草地では、谷部に沿って林帯を配置します。



写真1 林帯を内部に配置した大規模傾斜草地の例  
(写真左側は放牧草地、写真右の黄土色の部分の緩傾斜の採草地。採草地内の濃緑色のベルトは低木林帯であり、林床にミヤコザサが生育し、高い土水保全機能を有している)



(上) 写真2 樹林が散在する放牧草地の例

(下) 写真3 樹林帯の内部の放牧草地の例

(畜産草地研究所 山本 博)

## 5) 家畜および施設の管理

- 牧柵沿いでの牛道形成とそれに伴う土壌侵食の発生を抑えるため、勾配の大きい牧柵沿いでは、牧柵の位置変更などにより家畜の影響を少なくする必要があります。
- 飲水施設周辺での家畜歩行による泥ねい化を防ぐため、施設周辺を非侵食性材料で保護するなどの工夫が必要です。
- ゲートなど家畜の出入りが激しい箇所は、裸地化や侵食が激化します。ゲートの位置の工夫や一時的な位置変更などが必要です。
- 侵食溝内への家畜の進入による侵食の拡大を防ぐため、侵食溝の周りに柵を設けるなどの工夫が必要です。
- 庇陰林帯など家畜の休息地では著しい土壌侵食が発生します。水が集中しやすい牧区の低位部に休息地を設けることを控えるなどの配慮が必要です。

### 【解説】

- (1) 牧柵沿いは牛道ができやすく、雨水が集まりやすくなり、土壌侵食が激化する可能性があります（写真1）。勾配の大きい牧柵沿いでは、牧柵の位置変更などにより家畜行動を制御し、牛道の形成を避けることが望ましいです。
- (2) 飲水施設周辺は、家畜歩行による泥ねい化が起りやすく、土壌侵食発生の要因となります。施設周辺にコンクリートを打設するなどの対策によって、泥ねい化の拡大や侵食の発生を最小限に抑えることができます（写真2）。
- (3) ゲートなど家畜の出入りが激しい箇所は、裸地化や侵食が激化します。家畜はゲート通過時、走行状態になることが多いので、ゲート前後の草地面が傾斜しているような場合は、特にその現象が顕著です（写真3）。ゲート位置の変更などの工夫が必要です。
- (4) 侵食溝内への家畜の進入は、溝側面の滑・崩落や溝内の泥ねい化を促進し、侵食規模を拡大する原因となります（写真4）。侵食溝の周りに柵を設けるなどにより、家畜の進入を極力抑える必要があります。
- (5) 庇陰林帯など家畜の休息地では著しい土壌侵食が発生します（写真5）。水が集中しやすい牧区低位部に休息地を設けることは控えるなどの配慮が必要です



写真1 牧柵沿いの裸地化・侵食

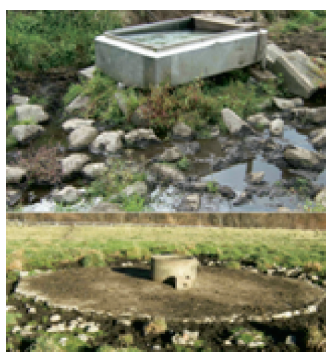


写真2 飲水施設周辺の対策

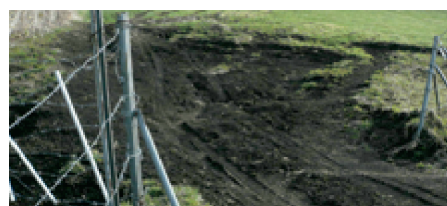


写真3 ゲート付近の裸地化・侵食状況



写真4 侵食溝への家畜の進入状況



写真5 庇陰林内部の侵食状況

(畜産草地研究所 中尾 誠司)



## 4. 草地における水質汚染の原因

### 1) 草地が水汚染の原因となるケース 1. 肥培管理

- 過剰な施用養分は土壌に残り、水汚染の原因となります。
- 適正量の目安が施肥標準です。
- ふん尿処理物は養分含有量の計量が重要です。

#### 【解 説】

- (1) 草地が浸透水や表面流去水を汚染するのは、牧草に吸収されずに土壌に残存する窒素などの養分が水に溶け出すことによって起こります。これは草地に限った話ではなく、あらゆる作目で共通の概念です。
- (2) これを防ぐためには草地に施用する養分量を過剰にしないことに尽きます。
- (3) 過剰にしないためには、適正な施用量の目安がとても重要です。それが施肥標準です。良くできた基準値として北海道の例を示します（北海道施肥ガイド）。

[http://www.agri.pref.hokkaido.jp/nouseibu/sehi\\_guide/index.html](http://www.agri.pref.hokkaido.jp/nouseibu/sehi_guide/index.html)

- (4) 草地では堆肥やスラリー等の自家製ふん尿処理物を積極的に使いますが、これらはどのくらいの養分が含まれているか（養分濃度）は、それぞれのものによって大きく異なるという特徴があります。このため、適正量を把握することとともに、現物としてどのくらいの量を施用するか、が大事な鍵になります。
- (5) そのためには、堆肥やスラリーに含まれる養分含有率を事前に把握することが必要になります。その手法は様々な簡便法が提案されており、北海道の例を示します（家畜ふん尿処理利用の手引き 2004）。

[http://www.agri.pref.hokkaido.jp/sintoku/ecolo/manual2004/manual04\\_toc.htm](http://www.agri.pref.hokkaido.jp/sintoku/ecolo/manual2004/manual04_toc.htm)

- (6) その上で、面積あたりの施用量を正確に、草地に施用することが重要です。

#### ボックス 1（土壌有機物の重要性）

写真の公共草地は傾斜地を不陸修正後、全面耕起法で造成し10年経過した草地の牧草の生育状況です。緑の部分は牧草の生育が比較的良好ですが、うす茶色の部分は牧草が衰退し、貧栄養土壌で生育するハルガヤ、シバ、コケ類が生えている程度であり、土壌侵食が起こり、ガリの発生も見られます。これは不陸修正によって表土が除去され、また急傾斜部分にはほとんど施肥を行わなかった結果です。従って、牧草地を維持するには適正な施肥管理を行わなければなりません。この写真から傾斜草地を維持するためには表土を流亡させずに、土壌有機物を保持することが重要です。



（畜産草地研究所 寶示戸 雅之）

## 2) 草地が水汚染の原因となるケース2. 放牧地

- 放牧草地にはふん尿が直接排泄されるので、周辺水系の汚染源になることがあります。
- 多頭数、長時間放牧が問題です。
- 牛道や飲水場の配置にも注意です。

### 【解 説】

- (1) 放牧草地の排泄ふん尿が水汚染の原因になることがあります。これはふん尿中の窒素など、水に溶けやすい養分が放牧草地の表面から直接、河川水に流入したり、地下浸透することによるものです。また、大腸菌等の微生物による汚染の可能性もあります。
- (2) 汚染の危険性は①放牧密度（面積当たりの放牧頭数）が高いほど、②放牧時間が長いほど、高まります。
- (3) この条件では草地植生も抑圧され、草地が本来もつ水質浄化機能（後述）が発揮できないという事情も加わります。
- (4) また、牛道や飲水場、給餌場など、家畜が集まる場所や、泥濁化しやすい場所では汚染の危険性が高まります。
- (5) 放牧草地での水質汚染を防止するためには、①飲水施設設置による家畜の河川侵入禁止、②緩衝帯草地の設置、③家畜の滞留地点（飲水施設など）を河川付近や表面流出水の流路と一致させないなどの配慮を行うとともに、適正な放牧密度と家畜の管理が必要です（次節参照）。放牧地の中を水系が流れる構造の牧場ではとくに注意が必要となります。
- (6) ただし、放牧は舎飼に比べると、牛舎でのふん尿排泄量を減らし、貯留、堆肥化にともなう散布作業等の手間が減少するだけでなく、施設周辺の汚染が減少するメリットもあります。
- (7) 北海道の指導事例を紹介します。

（環境に配慮した畜産農場経営をめざして）

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/sintoku/ecolo/hokkaido-code/code-07chap6.htm>

（土地利用型酪農・畜産地域における河川水養分負荷の実態と軽減対策）

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h16gaiyo/2004215.htm>

### ボックス2（土壌侵食と残雪）

少雪の寒地・寒冷地域における草地は、土壌が凍結・融解を繰り返すことによって土壌侵食が発生しやすく、南東斜面では春遅くまで残雪が残ります。このため表層土は乾かず、牧草の萌芽も遅れます。この斜面と台地の部分を一つの牧区にして放牧を開始すると、南東斜面の草地は土壌侵食が発生する恐れがあります。このような南東斜面では十分牧草が生長するまで禁牧するなど、草地管理法の検討が今後、必要です。



（畜産草地研究所 寶示戸 雅之）

### 3) 草地在水汚染の原因となるケース3. ふん尿処理

- 酪農家の敷地内で最大の水汚染の原因はふん尿処理と貯留時。
- 適正な処理と貯留が重要

#### 【解説】

- (1) ふん尿が集まる最大のチャンスとなる堆肥化などのふん尿処理時と、処理を終えた堆肥などの貯留施設が、最も危険な水汚染のポイントになります。
- (2) そのため、処理時には適正な処理、つまり適切な規模の処理施設に適量のふん尿を投入し、適正量の水分調整剤などを使って、良い堆肥やスラリーを作ることが重要になります。
- (3) その上で、出来上がった堆肥やスラリー等を、周辺に養分が漏れ出ないように完全に貯留することが汚染防止の鍵です。
- (4) そのためには、十分な容量で漏出ししない構造の堆肥盤、スラリーストアなどの施設が必要になります。
- (5) さらに雨水や表面流去水など、系外からの流入水を防ぐことは重要な手だてで、そのための屋根付き堆肥舎です。
- (6) それぞれの経営の特徴に対応したふん尿処理・貯留施設を選択することが重要になります。
- (7) 北海道の指導事例を紹介します（環境に配慮した畜産農場経営をめざして）

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/sintoku/ecolo/hokkaido-code/code-04chap3.htm>

#### ボックス3（給水給塩場所の泥濘化防止）

放牧牛が集まり易い給水給塩場所は平坦な地形でも泥濘化が発生しますので、計画的にそれらの場所を移動して植生を回復させる必要があります。



（畜産草地研究所 寶示戸 雅之）

#### 4) 土地利用型酪農・畜産地域における河川水養分負荷の実態と軽減対策 (北海道の事例)

- 北海道では草地に起因する水系汚染防止の方策が提言されています。

表 土地利用型酪農・畜産場における草地からの養分流出実態と負荷低減対策（北海道）

対象草地	負荷発生要因	農家単独で実施できる対策		
更新草地	地下浸透	10t/10a以上の堆肥のすき込みにより、最大でNO <sub>3</sub> -N10mg/L以上の高濃度の窒素が地下浸透。	堆肥の施用量は施肥標準に準拠した5～6t/10aまでとする。	
	表面流出 (傾斜草地)	更新翌年の春までに30～106 kg/10aの土砂およびそれに伴うI-N、I-Pの表面流出。	1.更新後越冬前までに十分な植被を確保する。 2.一部不耕起による緩衝帯設置等土壌流出を抑制する更新方法	
採草地	地下浸透	スラリーの多量施用により窒素の溶脱量が増加。	北海道施肥ガイドに準じた糞尿施用量の遵守。	
	表面流出	非積雪期	施肥後に最大I-N30～314、I-P8～36mg/Lの高濃度の表面流出水が発生。	1.緩衝帯草地の設置による表面流出水の養分濃度低減。 2.大雨直前の施肥は避ける。
		融雪期	年間に表面流出する養分の60～90%が融雪期に流出。	1.糞尿の春秋分施 2.糞尿の春重点施用（秋・春の施肥配分）
放牧草地	河川への家畜の侵入	糞尿の直接流入	養分負荷とともに、微生物的汚染の危険性。	1.河川への家畜の侵入の禁止。 2.飲水施設の設置。
	放牧施設付近に集積した排糞	表面流出・地下浸透	養分の偏在と負荷の増加。	飲水施設を河川や表面流出水の経路から離して設置する。
糞尿散布草地	糞尿散布面積 (所有草地・飼料畑面積当たりの飼養頭数1.5頭/haに対し、糞尿散布面積当たりでは2.3頭/ha)	特定の草地に過剰に糞尿が散布されている可能性。	1.適正施肥量の遵守。 2.糞尿の所有面積への均一散布。	
河川・明渠等に隣接した草地	肥料の散布	直接、水系へ養分が流出する危険性。	河川ぎりぎりまで化学肥料、糞尿を散布するのを避ける。	

(土地利用型酪農・畜産地域における河川水養分負荷の実態と軽減対策)

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h16gaiyo/2004215.htm>



チモシー草地における放牧育成



チモシー草地の刈取・収穫作業（写真：根釧農試提供）

(畜産草地研究所 寶示戸 雅之)

## 5. 草地を持つ水質保全機能強化技術

### 1) 方策1. 施肥管理

- 草地の水質保全機能の基本は牧草による養分吸収です。
- 最適な管理で生産性を高めることが水質保全にも効果的です。

#### 【解説】

- (1) 草地の水質保全機能は、①牧草による養分吸収、②草地土壌による養分吸着、③草地土壌における脱窒（窒素について）、がその本質です。
- (2) たとえば、オーチャードグラス草地に窒素を 250, 500, 1000kg/ha/年施用すると、240cm 深浸透水の硝酸態窒素濃度は 1000kg 施用区で著しく増加しますが、250kg 施用区ではほとんど濃度は高まりません（図）。また、同じ 1000kg 施用区でも草地植生がないと、一段と硝酸態窒素濃度は高まります。

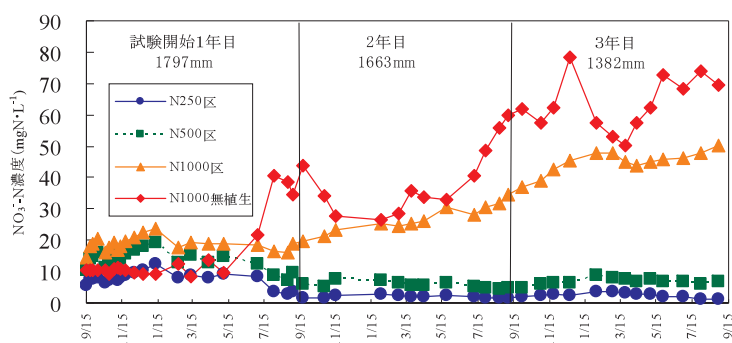


図 浸透水の硝酸態窒素濃度と降水量（ライシメータ実験）

- (3) このように、草地土壌で浸透水の窒素濃度が異なることには、上記の①②③の要件が密接に関与しています。
- (4) このことから、草地土壌の水質保全機能を最大にするためには、草地の施肥管理によって草地の生産性を最大にすることです。

#### ボックス4（牛道が良く発生する場所の草地整備・管理）

シバやササと異なり、寒地型イネ科牧草は牛道からの土壌侵食・流亡が生じやすい。このため寒地型牧草の草地においては放牧牛がよく移動する場所は地下茎をもつケンタッキーブルーグラス草地にするか、電牧柵を用いて牛道の発生し易い場所を一時的に禁牧するなどの処置が必要です（写真は北海道の公共草地における放牧開始時の植生です。放牧牛がよく上り下りする場所に牛道が発生しているのがわかります）



（畜産草地研究所 寶示戸 雅之）

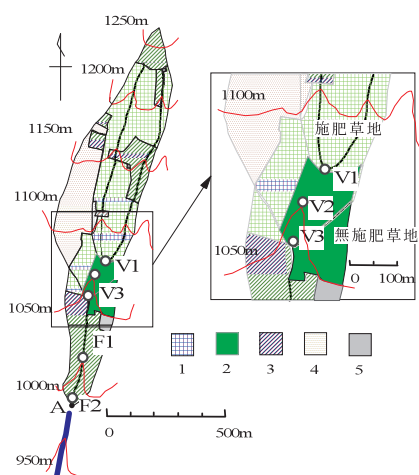
## 2) 方策2. 無施肥による草地の管理

- 傾斜地に位置する草地でも適切に施肥管理をする必要があります。
- 下流の地下水の汚染をさせないためには、傾斜草地の谷部一部を無施肥で管理すると、土壌中の硝酸態窒素濃度が減少します。

### 【解説】

- (1) 傾斜地に立地する草地においても適切に施肥管理をして牧草生育を確保します。
- (2) 雨水が排出される流域を単位としてみると、牧草に吸収されない、また土壌に吸着されない過剰な養分が下流に流亡することがあります。
- (3) そうした場合は、傾斜草地からなる流域の谷部草地を無施肥管理します（図1はその場所の例です）。
- (4) そうすると、通過する土壌水中の硝酸態窒素濃度を環境基準値 10 mgN/L 以下に低減できます（図2）。無施肥草地の谷に沿う距離あたりの土壌水中硝酸態窒素濃度の低減率は 0.15~0.32%/m です。この無施肥の草地でも上流からの養分の供給をうけて十分な牧草生産が確保できます。

<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/SEIKA/2005/nilgs/ch05060.html>



1: 施肥草地, 2: 無施肥草地, 3: 林地, 4: 畑地, 5: その他.

A: 湧水. V1-V3, F1-F2: 土壌水 {V(谷草地), F(林地)}.

図1 草地流域の地形・土地利用・測定地点

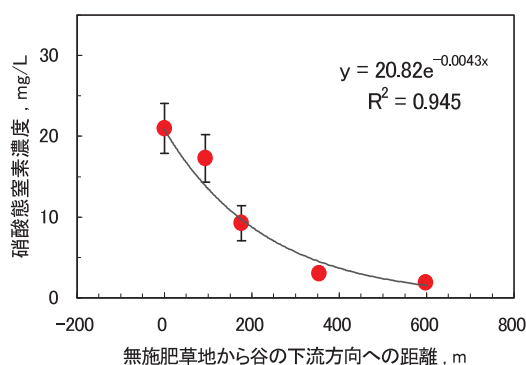


図2 谷に沿う土壌水中硝酸態窒素濃度

### 3) 方策3. 河畔林・湿地の水質浄化機能

- 草地周辺の河畔林や湿地には草地を介して系外に流出する養分を除去する機能があります。
- 人工湿地による積極的浄化も実用化しています。
- 草地自体にも同様の効果があります。

#### 【解説】

(1) 北海道東部の草地流域における排水路沿いの河畔林帯の観測事例から、河畔林は土壤凍結期には水質浄化機能を持たないが、非凍結期の降雨時には浄化機能を有し、非凍結期に流出する全窒素と全リンを約20%低下させることがわかりました。

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h15gaiyo/2003315.htm>

(2) 搾乳パーラー排水などの酪農雑排水浄化のための人工湿地（酸化池）モデルが提案され、除去率は全窒素が62%、全リンが76%でした。

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h16gaiyo/2004314.htm>

(3) 草地から表面流出水が系外に流出する場所に浸入能の高い緩衝帯を設置し、表面流出水を浸透させることが有効で、このとき地下浸透する一部の窒素を削減するためには、河畔緩衝林帯を設置し、希釈と生物的な除去によって地下水中の硝酸態窒素濃度を低下させることが有効であることが示されました。

(緩衝帯による草地からの養分流出削減策：北海道)

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h20gaiyo/f3/2008314.htm>

(4) このように河畔林や草地などの植生を利用した水質浄化や、人工的な湿地を用いた排水浄化が検討されています。

#### ボックス5（草地林地の立地配置）

公共草地の造成では、急傾斜部分の林地を残し、山頂部や尾根など比較的緩傾斜地を中心に草地造成を行いました。急傾斜地に残された林地は土壤や水質の保全に重要な役割を果たしているばかりでなく、生物多様性保全上からも重要な役割を果たしています。



(畜産草地研究所 寶示戸 雅之)

#### 4) 方策4. 草種

- 牧草は草種ごとに異なる水移動抑制と窒素吸収の機能を持ちます。
- 水土保持効果は水流出ではオーチャードグラスとリードキャナリーグラスは同程度ですが、土壌保全効果はリードキャナリーグラスが大きい。
- 水窒素吸収効果はリードキャナリーグラスが大きい。

#### 【解説】

- (1) 牧草は、草種ごとに水及び土壌の流出を抑制し、また窒素を吸収する異なる機能を持っています。オーチャードグラス OG、リードキャナリーグラス RC、およびノシバ JL を取り上げ、放牧草地として利用される草地において低養分状態での機能の相互比較をしました。裸地 BG も土地利用として比較しています。
- (2) 水の流出は OG>RC>JL>BG の順で抑制します。OG の流出率は 1%と少なく、RC も OG に類似した特徴を示します。土壌流出は RC>OG>JL>BG の順で抑制し RC の土壌流出は RC=80 kg/ha でした。造成 2 年目ではどの草種でもほとんど土壌流出が止まりました。
- (3) 土壌中窒素吸収効果では、植付け後年目では RC>OG>JL の順で大きく、窒素吸収量は RC=140kgN/ha です。養分の吸収量が大きいことがわかります。
- (4) 以上から、水土保持効果は水流出ではオーチャードグラスとリードキャナリーグラスは同程度です。土壌保全効果はリードキャナリーグラスが大きく、窒素吸収効果はリードキャナリーグラスが大きいことがわかりました。

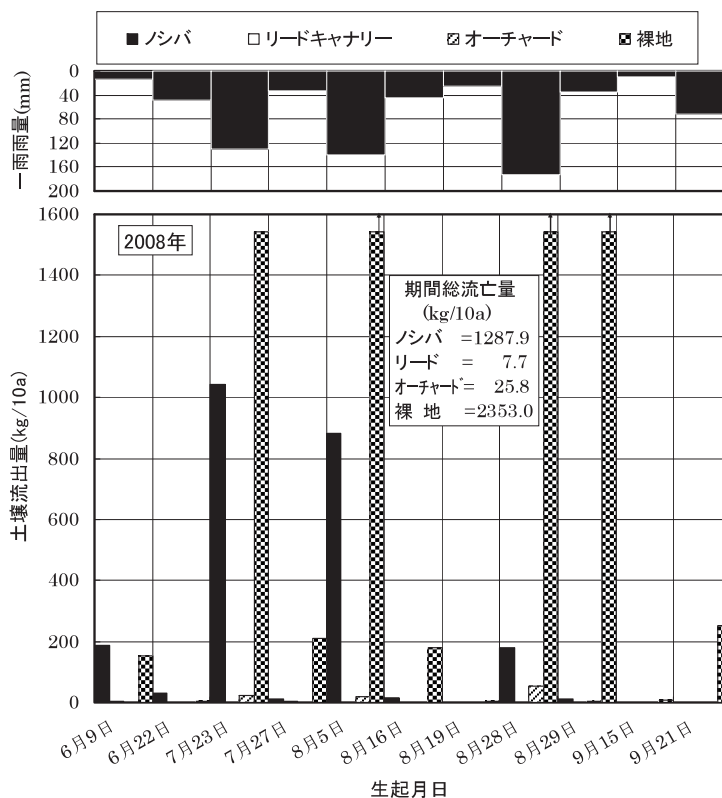


図1 水土流出保全効果

(尾根型草地における造成後1年目の結果、造成時のみ基肥え施用)

表1 養分吸収効果

(谷型草地における造成後2年目の結果、無施肥での上流からの養分のみで生育)

草種	全窒素						全リン						全カリウム					
	5/9	6/9	7/8	8/13	9/15	10/24	5/9	6/9	7/8	8/13	9/15	10/24	5/9	6/9	7/8	8/13	9/15	10/24
オーチャードグラス	48.9	77.4	59.5	68.7	91.9	88.6	4.3	8.1	6.1	7.2	8.7	8.1	67.2	147.8	131.5	154.0	162.8	107.5
リードキャナリーグラス	47.5	84.2	51.0	90.2	140.6	83.2	3.7	7.4	5.1	10.0	17.9	9.8	47.7	120.6	88.4	129.0	147.2	68.2
シバ	5.2	24.2	31.5	26.5	30.9	30.9	0.6	2.6	4.1	3.5	3.6	3.4	2.5	22.1	32.6	31.7	33.6	20.4

(畜産草地研究所 山本 博、中尾誠司)



## 6. 我が国における草地の特徴と主要野草の生態的特性

### 1) 草地の特徴

- 牧草地の総面積は各 769 千 ha で、寒地型牧草や暖地型牧草が利用されています。
- 牧草の利用地帯は、気温と日射量や夏枯れの程度などから 5 地帯に区分されます。
- 野草地の総面積は 388 千 ha で、シバ、ススキ、ササ類、ハギ、クズなどが利用されています。
- 野草の利用地帯は、自然・立地条件、利用形態などから 4 地帯に区分されます。

#### 【解 説】

#### (1) 牧草地および野草地の分布

日本列島はアジアモンスーン地帯に位置し、世界的に見て比較的温暖かつ多雨な気候です。また、南北に細長く伸び、亜寒帯から亜熱帯までの気候を有し、年平均気温は北海道の 10℃以下から沖縄の 20℃までにも及んでいます。わが国の牧草作付け総面積は 769 千 ha で、北海道に全体の 73%が分布しています。その他東北地域に 13%、九州地域に 8%、関東・東山に 3%が分布しています。野草地の総面積は 388 千 ha で、やはり北海道 59%と多く、ついで東北 13%となっています。

#### (2) 各地帯の牧草地の特徴

わが国は北海道の亜寒帯から沖縄先島諸島の亜熱帯において牧草地が存在します。このような気象条件の異なる中で、その条件に応じた寒地型牧草（生育適温は 15～20℃、チモシー、オーチャードグラス、トールフェスク等）や暖地型牧草（生育適温は 25～35℃、バヒアグラス、ローズグラス等）が牧草地に使われています。牧草の生産力を気温と日射量から算出された気象生産力に寒地型牧草の夏枯れ程度や暖地型牧草の栽培の可能性などから、5 地帯区分されます。これらの地帯区分における基幹となる草種について紹介します（表 2-1）。

##### ①寒地型牧草限界地帯

年平均気温が 8℃以下の冬期寒さの厳しい地帯で、牧草の気象生産力が乾物で 800kg/10a 未満とされ、チモシーが適しています。北海道の東部・北部、東北の高標高地、関東・中部では標高 2,000m 以上の山岳地帯などが該当します。

##### ② 寒地型牧草地帯

この地帯は年平均気温が 8～12℃で、夏が涼しく夏枯れが生じにくい地帯で、草地の気象生産力が乾物で 800kg/10a 以上あります。この地帯はオーチャードグラスを中心とする寒地型牧草の栽培に適し、草地の持続性も高いといえます。北海道の南部、東北の低～中標

表2-1 気象地帯区別の基幹草種  
(草地開発整備事業計画設計基準、平成19年より)

地帯区分 (平均気温)	利用 目的	基幹となる草種
寒地型牧草限界地帯 (8℃以下)	採草	チモシー、オーチャートグラス、アルファルファ
	放牧	チモシー、オーチャートグラス、トールフェスク
寒地型牧草地帯 (8～12℃)	採草	チモシー、オーチャートグラス、アルファルファ
	放牧	オーチャートグラス、ペレニアルライグラス
中間地帯 (12～14℃)	採草	オーチャートグラス、トールフェスク、アルファルファ
	放牧	オーチャートグラス、トールフェスク
短期更新地帯 (14～16℃)	採草	トールフェスク、イタリアンライグラス
	放牧	トールフェスク
暖地型牧草地帯 (16℃以上)	採草	ローズグラス、ギニアグラス、パソコラグラス (トランスバーラ)
	放牧	バヒアグラス <sup>1)</sup> 、ギニアグラス、パソコラグラス (トランスバーラ) <sup>2)</sup> 、スターグラス <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>宮古・八重山諸島を除く。 <sup>2)</sup>沖縄での栽培に適する。

高地、関東・中部の中～高標高地、中国・四国・九州の高標高地などが該当します。

### ③中間地帯

この地帯は年平均気温が 12～14℃の地帯で、夏枯れが起きやすく、草地の維持年限が短く、寒地型牧草としてはトールフェスクが適します。オーチャードグラスは品種の選択などに注意が必要です。北関東・北陸の低～中標高地、中国・四国・九州の中標高地などが該当します。

### ④短期更新地帯

この地帯は年平均気温は14～16℃ですが、夏暑く冬低温のため寒地型牧草は夏枯れが激しく、暖地型牧草も安定生産が難しい地帯です。寒地型牧草の耐暑性が比較的高いトールフェスクが適します。南関東・東海・近畿の低標高地、中国・四国・九州の低～中標高地が該当します。

### ⑤暖地型牧草地帯

年平均気温が 16℃以上の暖地型牧草の安定栽培が可能とされる地帯です。関東・東海・近畿・四国の太平洋岸、九州南部の平地～低標高地、沖縄などが該当します。

## (3) 牧草の生育特性

### ①寒地型牧草

- ・寒地型イネ科牧草はウシノケグサ亜科 (Festicoideae) に属する牧草群で、ヨーロッパ、地中海地方、西アジアを原産とする長日植物です。
- ・寒地型イネ科牧草は 5℃前後から生育を開始し、生育の適温範囲は 15～20℃で 22℃以上の平均気温が 2 ヶ月以上に渡ると夏枯れを起こし枯死します。
- ・寒地型マメ科牧草は親和性の高い根粒菌群を接種することによって、100–700 kg (/ha/年間)の窒素の固定ができるため、イネ科牧草との混播栽培が有利です。

### ②暖地型牧草

- ・主要な暖地型イネ科牧草は東～東南アフリカを原産地とし、赤道を囲む北緯 30° と南緯 30° の熱帯・亜熱帯に広く分布しています。
- ・暖地型イネ科牧草の生育適温は 25～40℃、高温限界は 52～61℃、低温限界は 5～10℃とされています。月の平均気温が約 5℃以下になれば越冬が困難なため、茎葉は枯死する草種が多く、1 年生としての利用されることとなります。
- ・暖地型イネ科牧草は CO<sub>2</sub> を効率的に固定する C<sub>4</sub> 型光合成経路をもつため、高温や早魃、貧窒素土壌での生育ができます。
- ・暖地型イネ科牧草は乾物生産性は高く、十分な肥培管理条件では、年間数回の刈取りを通じて乾物 20 トン/ha 以上、80 トン/ha を示す草種もあります。
- ・主要な暖地型マメ科牧草は熱帯・亜熱帯の中南米や熱帯アジアを原産地としています。
- ・暖地型マメ科牧草は全て C<sub>3</sub> 型植物ですが、高温限界は 49～51℃、低温限界は 5～8℃とされており、生育適温は 25～30℃で暖地型イネ科牧草よりもやや低い傾向です。

#### (4) 各地帯の野草地の特徴

わが国の野草地は自然草地あるいは半自然草地として畜産的に利用されています。図 2-1 に示すようにわが国の野草地の分布を 4 地帯に区分されています。A 地帯（亜寒帯）では、ササが林床植物として広く分布します。放牧を長年続けると、ケンタッキーブルーグラスなどに代表される寒地型牧草が優占してきます。B 地帯（冷温帯）では、ススキ型草地が発達しますが、放牧地ではススキが衰え、放牧に強いシバに置き換わります。C 地帯（暖温帯）の採草地には、ススキとネザサが優占しますが、放牧地ではネザサ（内陸部）、シバ（沿岸部）の草地となります。D 地帯（亜熱帯）は放牧されるとチガヤ、ススキからコウライシバ、ギョウギシバなどに変わります。

現在、畜産的に利用されている野草の種類は、イネ科のシバ、ススキ、ササ類やマメ科のハギ、クズなどです。

野草は牧草と異なり施肥しなくても持続性に優れますが、一般に草の生産力が低いため、高い家畜生産性は期待できません。しかし、野草はわが国の気象条件に適応し、病害虫にも強く、また、ミネラルが豊富で肉用繁殖雌牛の粗飼料資源として有用です。

また、野草地の多様な種の構成の維持に放牧が役立っていることが知られ、生物多様性の保全の意味からも重要です。

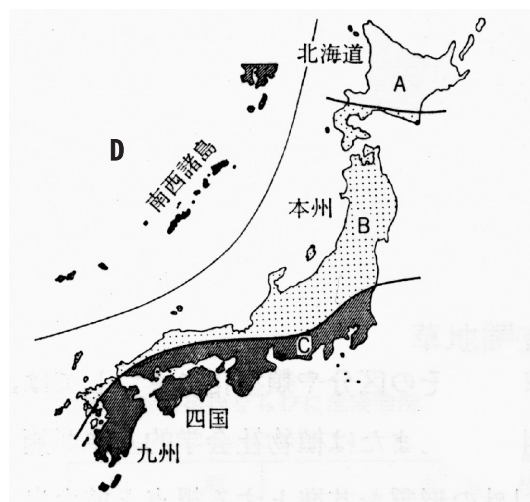


図 2-1. 野草地の分布  
(新草地農学、朝倉書店 1989)

#### ボックス 6 (ササの土・水保全能力の高さ)

ミヤコザサ草地に平均散水量 150mm/hr を 30 分間散水しても表面流去水が観察されません (写真)。ミヤコザサの地下茎は土層深くまで分布し、またその地下茎量も膨大です。このためササは土壌水保全機能が林地と同等に高いのが特徴です。この土水保全機能を活用して土壌侵食や水流出の危険性のある箇所にササ植生を保護することができます。

土層 cm	地下茎重	根重	地下茎長
0~10	536.4	197.2	56
10~20	884.5	165.2	84
20~30	193.0	81.9	18
30~40	85.9	35.7	9
合計	1699.8	480.0	167



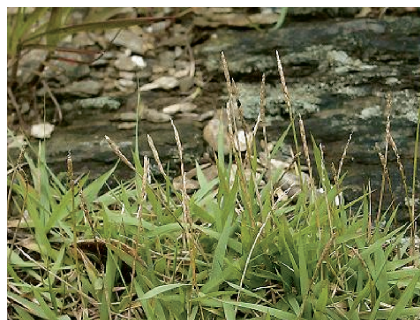
(畜産草地研究所 梨木 守、琉球大学 川本 康博)

## 2) 主要野草の生態的特性

- 日本の野草地の代表的草種はシバ、ススキ、ササで、適度な人為で維持されます。
- シバ、ススキは高温下で生育旺盛、ササ類は膨大な根茎を有し適応範囲が広い。
- 生物多様性の観点から重要な植物群落である野草地の保全是喫緊の課題です。

### 【解 説】

(1) シバ(広義)類は、強放牧や低い刈り込みにも耐え、地表に匍匐枝を這わせて土壌を保全しつつ群落を拡大させますので、野草放牧地での重要な草種であるほか、芝生としても多く利用されます。日本にはシバ(*Zoysia japonica* Steud.)、コウシュンシバ(*Z. matrella* (L.) Merr.)、コウライシバ(*Z. tenuifolia* Willd.)が自生しており、うちシバは、北海道・石狩川河口から九州まで



写真：シバ(*Zoysia japonica* Steud.)

広く分布しています。コウシュンシバおよびコウライシバは、南九州以南の暖地に分布しています。なお、シバ属が生育できない北海道中部以北の寒地では、別属のナガハグサ(ケンタッキーブルーグラス *Poa pratensis* L.)が、放牧地においても、芝生としても、重要なシバ型の草種となります。

(2) シバの年間乾物生産量は、約 250 g/m<sup>2</sup> から約 740 g/m<sup>2</sup> と、管理条件や土壌肥沃度などにより、大きく変動します(畜草研資料 平 14-8)。北海道でも 700 g/m<sup>2</sup> 近い乾物生産量が得られている年もあることから、南北差は小さいと考えられます。放牧や刈り込みにより群落の高さが低く維持されなければ、他の植物に負け、生産量が急速に低下します。

(3) ススキ(*Miscanthus sinensis* Anderss.)は全国に広く分布し、条件の良い立地では草丈が 2m ほどにもなります。オギ(*M. sacchariflorus* (Maxim.) Benth.)、ハチジョウススキ(*M. condensatus* Hack.)、カリヤス(*M. tinctorius* (Steud.) Hack.)などの近縁種とともに、近年、欧米では、バイオマス資源作物として注目されています。



写真：ススキ(*Miscanthus sinensis* Anderss.)

(4) ススキの年間乾物生産量は、約 90 g/m<sup>2</sup> から約 2,200 g/m<sup>2</sup> と、土壌肥沃度や管理条件などにより大きく変動します(畜草研草地動態モニタリング室資料 平 19-1)。火入れや生育終了後の刈取り(9月以降)などによりススキ草地は維持されますが、頻繁な刈取りや放牧などにより、ススキは急速に衰退します。東北以南で生産性高く、北海道ではきわめて低くなります。

(5) ササ類には、ササ属のクマイザサ(*Sasa senanensis* (Franch. et Savat.) Rehd.)、チシマザサ(*S. kurilensis* (Rupr.) Makino et Shibata)、ミヤコザサ(*S. nipponica* Makino et Shibata)などのほか、植物分類学上別属のアズマネザサ(*Pleioblastus chino* (Franch. et Savat.) Makino)、ネザサ(*P. chino* (Franch. et Savat.) Makino var. *viridis* S. Suzuki)、メダケ(*P. simonii* (Carr.) Nakai)、スズタケ(*Sasamorpha borealis* (Hack.) Nakai)などがあります。クマイザサ、チシマザサは多雪地に分布し、ミヤコザサ、スズタケは太平洋側に、アズマネザサは東日本に、ネザサは西日本に分布しています。ササ類は、年々新しい地下茎を伸長させ生活領域を拡大させつつ群落を形成してゆくため、土壌保全能力が高いと考えられます。 (<http://repository.lib.gifu-u.ac.jp/bitstream/123456789/5529/1/KJ00000707647.pdf>)



写真：クマイザサ(*Sasa senanensis* (Franch. et Savat.) Rehd.)

(6) ササ類は、比較的低い人為で維持されるチシマザサ、メダケなどから、放牧などにより、シバ同様マット状群落を形成するネザサまで、さまざまな種が全国の気候に適応しています。また、立地条件に応じて乾物現存量は大きく変化し、チシマザサ、クマイザサの場合、地上部で約 300~3,000(g/m<sup>2</sup>)、地下部で約 400~1,800(g/m<sup>2</sup>)となり、ネザサの場合、立地・利用条件や季節変動が大きく、0~約 740(g/m<sup>2</sup>)まで変化します。

(<http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/pdf/society/58-1208.pdf>)

(<http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/pdf/society/51-0093.pdf>)

(7) 長草型野草地と比較して、短草型野草地の生産量・栄養価がともに高い例が多く見られます。また、これらの野草地は、実際にはひとつの草種で構成されることはなく、シバ、ススキ、ササを主要構成種とし、多様な草原性の植物で構成されています。そのため、生物多様性維持・保全の観点からも、野草地はきわめて重要な植物群落であると言えます。しかし、近年野草地の面積減少が著しく、このような植物群落の保全は喫緊の課題です。

(<http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/pdf/academy/52-1044.pdf>)

(<http://www.nilgs.affrc.go.jp/SEIKA/01/nilgs01071.html>)

### ボックス7 (シバの土壌保全能力の高さ)

写真はシバの地下茎を移植して造成したシバ草地。急傾斜地では牛道ができるが、地下茎によって被覆されるため、牧草地のように土壌は露出していません。これはシバは0~5m土層に膨大な地下茎を張り巡らせているためです。

シバ草地の地下部重 (DM. g/m<sup>2</sup>) の垂直分布と地下茎の長さ (m/m<sup>2</sup>)

土層 cm	地下茎重	根重	地下茎長
0~5	550.3	107.2	418
5~10		51.4	
10~15		23.3	
15~20		13.6	
合計	550.3	199.5	418



(北海道農業研究センター 小路 敦)

## 7 草地のもつ土水保全機能強化技術の開発の必要性

### 1) イギリスにおける草地の土水保全に係わる行政施策から学ぶ

- EUは農用地の土壌侵食防止、土壌有機物の保全などの適正管理要件及び水質保全するための法的管理要件を満たせば、給付が受けられる直接支払い制度を導入しました。
- 牧畜の盛んなEUでは環境保全機能の高い永年草地の維持を奨励しています。
- 草地の土壌保全並びに水質の保全に関するこれらの要件を遵守しなければ、直接支払いの減額または不払いとなります。

#### 【解説】

##### (1) 共通農業政策における土壌ならびに水質保全要件

2003年の共通農業政策（CAP）改革によって、直接支払いを受ける農業者は、環境、動物福祉並びに公衆衛生にかかわる法的要件、並びにEU加盟国が定める農地土壌の適正管理要件（GAEC）を遵守しなければなりません。また永年草地は環境保全機能が高いことから、永年草地の耕地への大規模転換を防止し、耕地から永年草地への転換を奨励されています。

##### (2) 水質保全

イギリスの国土に占める農地面積は72%、永年草地面積は47%と高いのが特徴です。イギリスはEUの中でも草地畜産の盛んな国です。しかし地下水の硝酸（NO<sub>3</sub>）濃度が50mg/L以上の硝酸脆弱地帯が国土面積の70%に達すると言われほど水質が悪化しています。このため、草地へのふん尿を含め窒素の最大施用量並びに施用方法などが細かく定められています。

##### (3) 土壌保全

適切な土壌管理（GAEC）は、その基準は農業行為を改善だけでなく、より良好な生産を可能するための、農場で適切な農業行為を達成することが不可欠です。そのため、農用地の土壌エロージョンを防止し、有機物と良好な土壌構造を維持することが主要な任務となっています。そのための手引き書が環境・食糧農村地域省（Defra）のウェブサイトで掲載されています。


<http://www.rpa.gov.uk/rpa/index.nsf/293a8949ec0ba26d80256f65003bc4f7/21c99ddaeb3232a9802573aa004efa3e!OpenDocument>

単一支払いを受けようとする農業者は、点検表（次ページ）の全ての該当事項について、可否を記入して毎年、提出しなければなりません。要件が遵守されない場合は、直接支払いの減額または不払いとなります。

#### 土壌管理基準の一例（放牧家畜による土壌侵食を防止するための管理基準）

- ①泥濘化を発生させない、②湿った草地では放牧を避ける、また流失の危険がある場合、ふん尿やスラリーを散布しない、③湿った草地ではサイレージの収穫作業を行わない、④草地からの表面流去水の排出を良好に保つ、⑤水槽や飼槽は排水溝や流路から離れた場所に設置する。
- ⑥川岸や流路に放牧家畜が入らないようにする。

## 単一支払い制度における土壌の保護に関するクロスコンプライアンスのための点検シートの一例

H 放牧家畜を飼養しているか、または改良草地を管理しているか？  はい  いいえ  次の節（17ページ）に進みなさい

農場で管理すべき検討事項：これらのすべての検討事項について申請しないのであれば、次の検討事項に進みなさい	はい／ いいえ	手引書の第B及びH節の適切な土壌管理の基準から方策を選択しなさい	これらを申請する場合は、✓を付ける	その年に発生した全ての問題点及び土壌タイプをここに記述する	コメント
表面流去または水エロージョン		h2 表面流去が生じる可能性がある時は家畜ふん尿またはスラリーの散布をさける（脆弱地域ガイダンスも参照） h4 家畜を移動するために排水のよい通路を使用する h6 戸外で越冬するためにその場所を注意深く選定する h7 秋に播種する場合、早く播種する h8 川岸の損傷を避ける その他（詳細に記入する）			
泥濘化に起因する圧密による土壌構造の悪化		h1 泥濘化が発生した場合、そこから家畜を移動させ、適切な畜舎で飼養する h3 適切な排水を確保する h4 家畜を移動する際は排水のよい通路を使用する h6 戸外で越冬する場合はその場所を注意深く選定する その他（詳細に記述する）			
飼料の給与、家畜の移動などを含む、栽培とその他の機械作業に起因する圧密による土壌構造の悪化		B3 農作業は好ましい天候の時に実施する b7 接地圧の低い農作業機を使用する b8 スコップを使用して土壌構造を検査する h3 適切な排水を確保する その他（詳細を与える）			

## 2) わが国における草地の水土保全機能強化技術開発の今後の課題

- 我が国が持つ公共草地等の大規模草地が持つ環境保全機能の重要性
- 水質・土壌保全機能、地球温暖化防止機能などの解明は不十分

### 【解 説】

- (1) 前項で示されたように、イギリスを代表とする EU 諸国では草地の土壌管理を重要な農業施策として認め、直接支払い制度にも反映されています。
- (2) わが国においても、本解説書に示されたとおり、草地には様々な環境保全機能が認められています。
- (3) その内容は、①牧草による養分吸収、②草地土壌による養分吸着、③草地土壌における脱窒（窒素について）とともに、④緩衝帯としての草地が持つ土壌保全機能があり、これに⑤炭素貯留や⑥メタン吸収能などの温暖化防止機能が含まれ、広範な環境保全機能を持っています。
- (4) 一方、草地は利用法から採草地、放牧地が区分されるほか、我が国の気候帯に即して様々な植生が混在し、草地の環境保全機能を画一的に示すことはできません。
- (5) 今後、広大な面積を持つ公共草地等の大規模草地のこれらの環境保全機能を正確に積算し、水質保全や地球温暖化防止に対する貢献を明らかにするためには、全国に分布する草地植生に対応したこれら環境保全機能を正確に見積もるための基礎知見の集積が必要になります。
- (6) さらに、草地の環境保全機能を強化するための技術開発が重要になります。

### ボックス 8 (不耕起草地更新法の開発の必要性)

傾斜地で草地造成や更新を行う場合、土壌流亡の危険性があります。写真の上部の部分は全面耕起法で造成しましたが、造成後、強い降雨によってガリ侵食が生じました。これに対して写真の下部は不耕起直播法によって草地造成しましたが、ササなどの野草が生育しているため、全く土壌侵食は発生せず、土壌・水保全上優れた工法です。また耕起法では耕起に伴って土壌中の炭素含量を低下させます。そのため地球温暖化につながります。しかし牧草地を不耕起法で更新する技術はまだ確立されていません。



(畜産草地研究所 寶示戸 雅之)



表 1-1 環境保全機能を活用した草地整備手法確立調査検討委員会委員及び同調査担当者名簿

氏名		所 属
梨木 守	委員長	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所研究管理監(那須)
寶示戸 雅之	委員	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 草地多面的機能研究チーム チーム長
山本 博	委員	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 資源循環・溶脱低減研究草地サブチーム サブチーム長
嶋 栄吉	委員	北里大学 獣医学部 生物生産環境学科 水環境学研究室教授
中尾 誠司	委員	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 草地多面的機能研究チーム 主任研究員
川本 康博	委員	琉球大学 農学部 生物生産学科家畜生産学講座 教授
川村 健介	委員	広島大学 大学院国際協力研究科国際協力科開発科学専攻開発技術講座 准教授
小路 敦	委員	(独)農業・食料産業技術総合研究機構北海道農業研究センター 集約放牧研究チーム 主任研究員
北原 徳久	調査員	(社) 日本草地畜産種子協会 飼料作物研究所 非常勤研究員
三田村 強	調査員	(社) 日本草地畜産種子協会 主幹

表 1-2 環境保全機能を活用した草地整備手法確立調査解説冊子執筆者名簿

氏名		執筆箇所	所 属
梨木 守	委員長	6-1, 6-2	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所研究管理監(那須)
寶示戸 雅之	委員	4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 5-1, 5-3, 7-2	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所草地多面的機能研究チーム チーム長
山本 博	委員	1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 3-4, 5-2, 5-4	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所資源循環・溶脱低減研究草地サブチーム サブチーム長
嶋 栄吉	委員	2-1	北里大学獣医学部 生物生産環境学科 水環境学研究室教授
中尾 誠司	委員	2-2, 2-4, 2-6, 3-2, 3-3, 3-5, 5-4	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所草地多面的機能研究チーム 主任研究員
川本 康博	委員	2-5, 6-1	琉球大学農学部生物生産学科家畜生産学講座教授
川村 健介	委員	2-3, 3-1	広島大学 大学院国際協力研究科国際協力科開発科学専攻開発技術講座 准教授
小路 敦	委員	6-2	(独)農業・食料産業技術総合研究機構北海道農業研究センター集約放牧研究チーム主任研究員
三田村 強	調査員	7-1, ボックス1~8	(社) 日本草地畜産種子協会 主幹



本報告書に掲載された成果の無断複製、転載を禁じます

