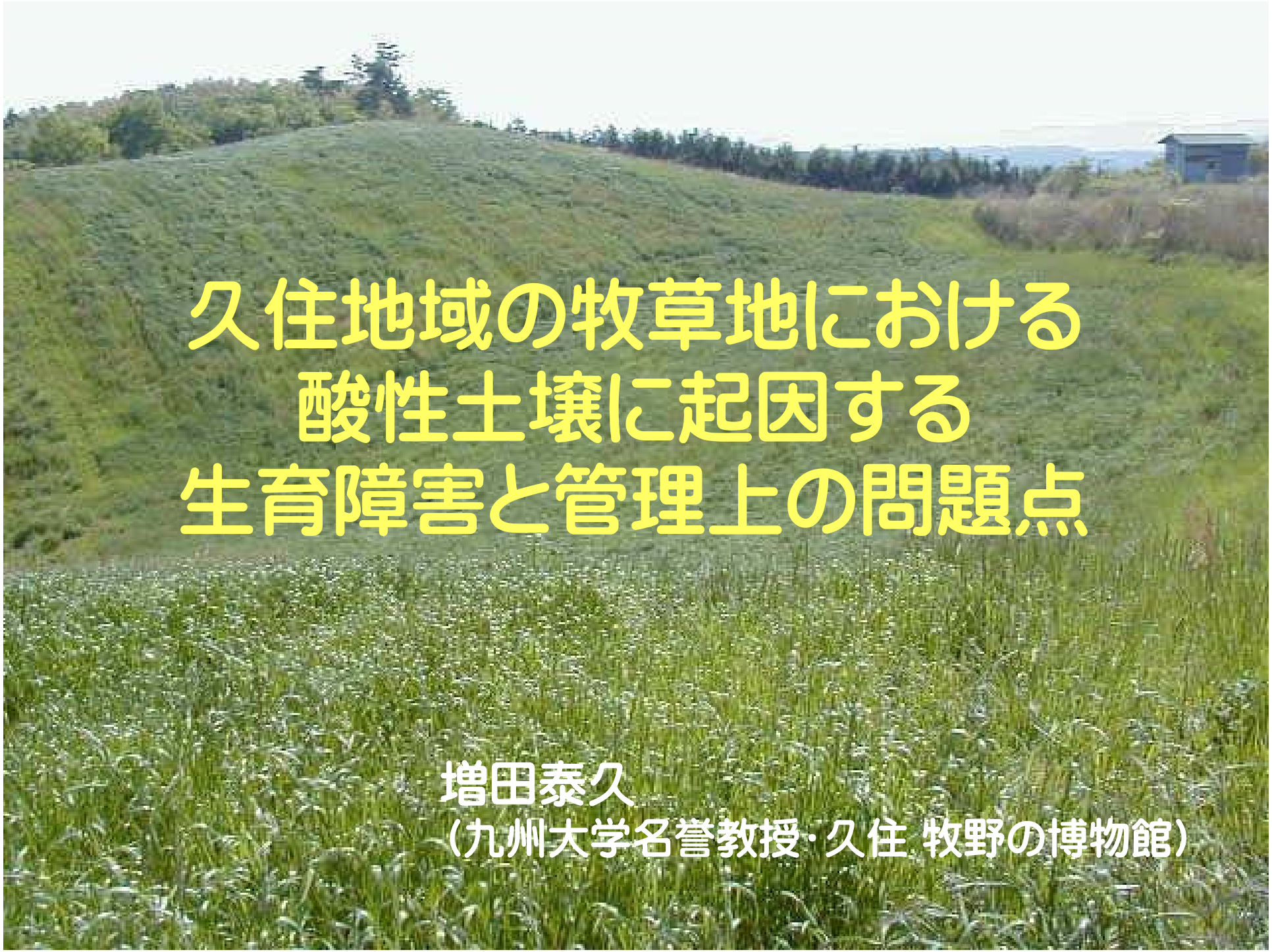


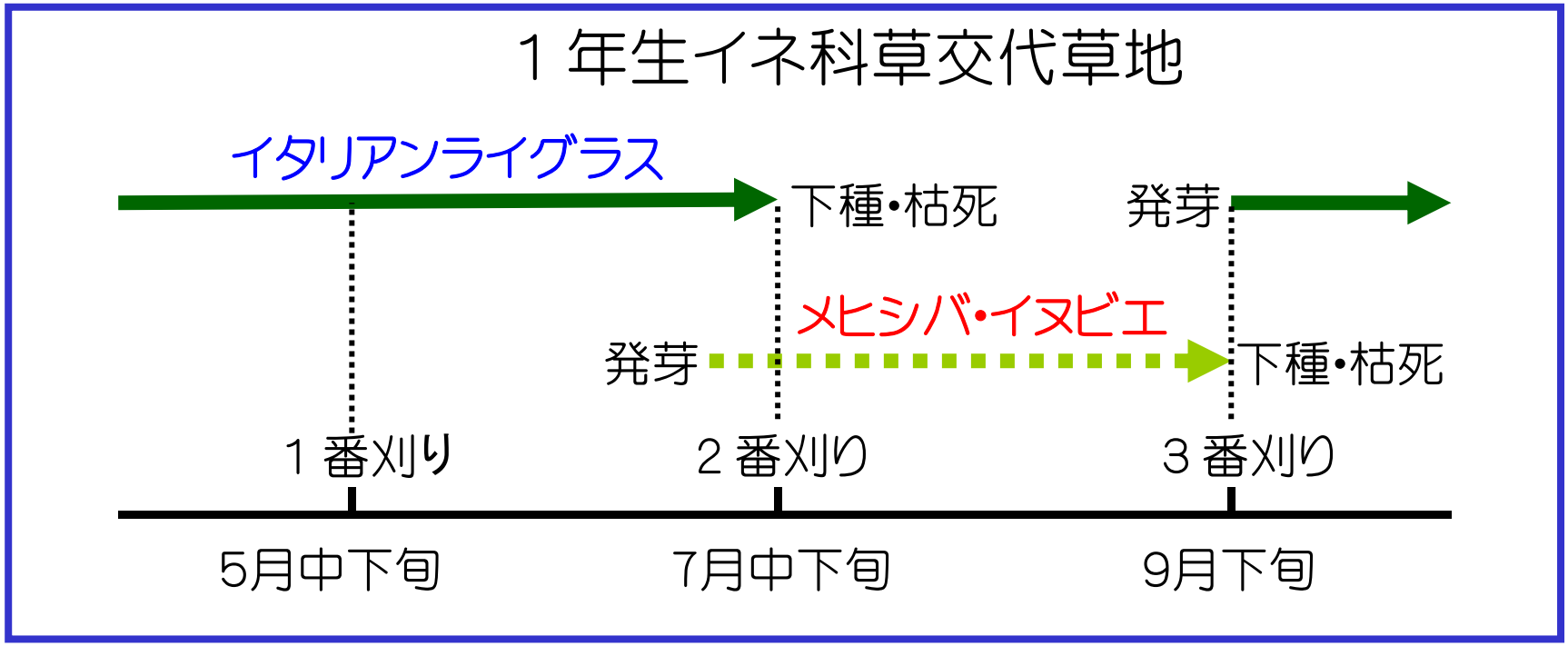
久住地域の牧草地における酸性土壌に起因する生育障害と管理上の問題点

増田泰久
（九州大学名誉教授・久住 牧野の博物館）

九州の高原地帯の
寒地型多年生牧草地

造成時は、
オーチャードグラス
トールフェスク
ペレニアルライグラス
アカクローバ
シロクローバ

現在の草地の多くは、



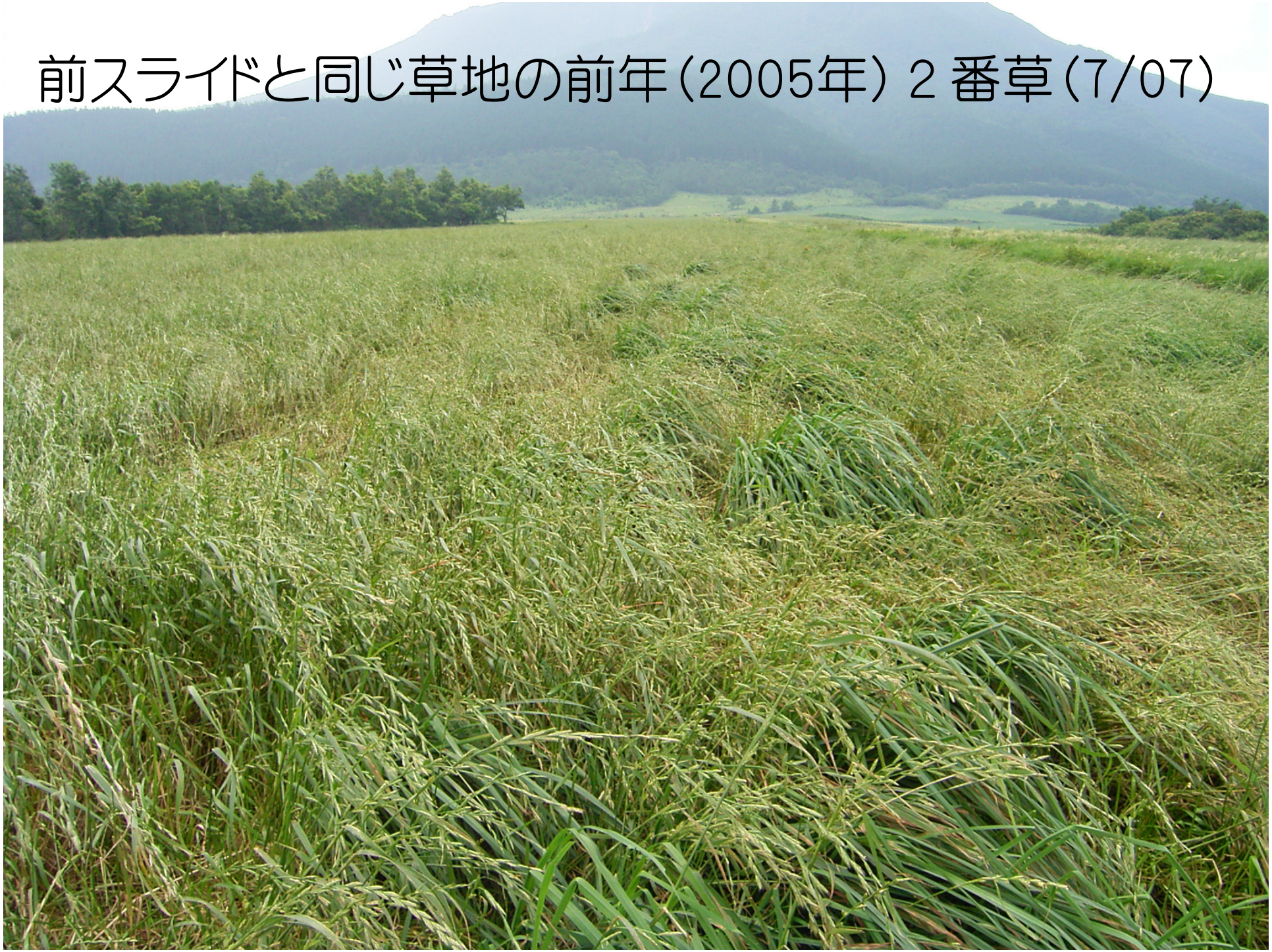
1および2番草はイタリアンライグラス

3番草はイヌビエ・メヒシバ

2006.4

大規模な裸地が発生した（2006.4.28）

前スライドと同じ草地の前年（2005年）２番草（7/07）



2006年春にいくつかの草地で裸地が発生した

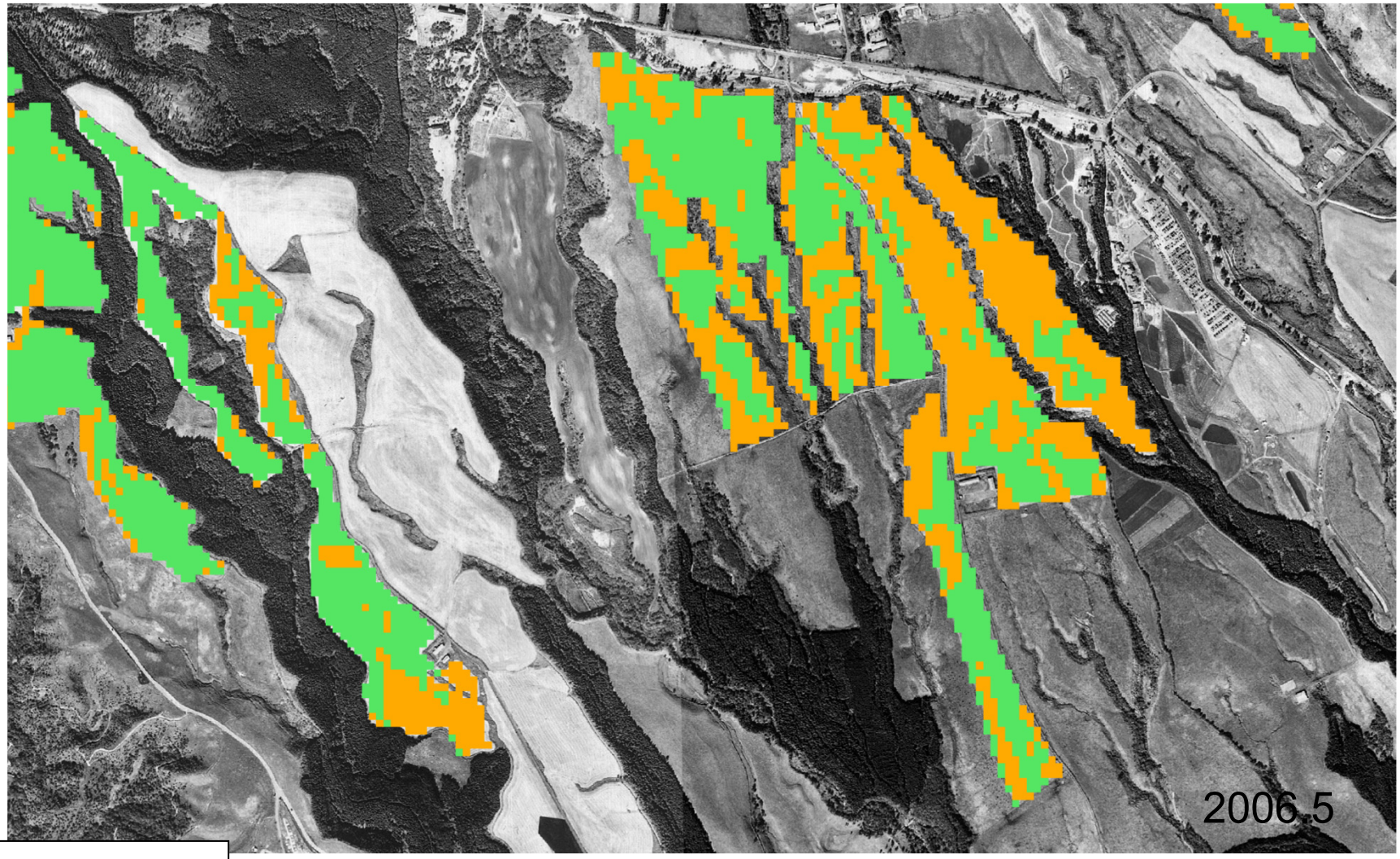
原因調査

①特定の草地だけの現象か
- 標高や斜面の向きなどと関連した気象要因
- 前年の管理状況（刈り取り、施肥）
- 裸地の形状

②何が、何時消えたのか（草種、生育段階）

③裸地になった場所の詳細な調査
- 土壌pH、硬度
- 枯死個体の確認、生存個体の症状

●聞き取り調査（前年の管理－刈取り時期、施肥、除草剤）
●気象データの確認
●2006年春以降の裸地の経時的変化

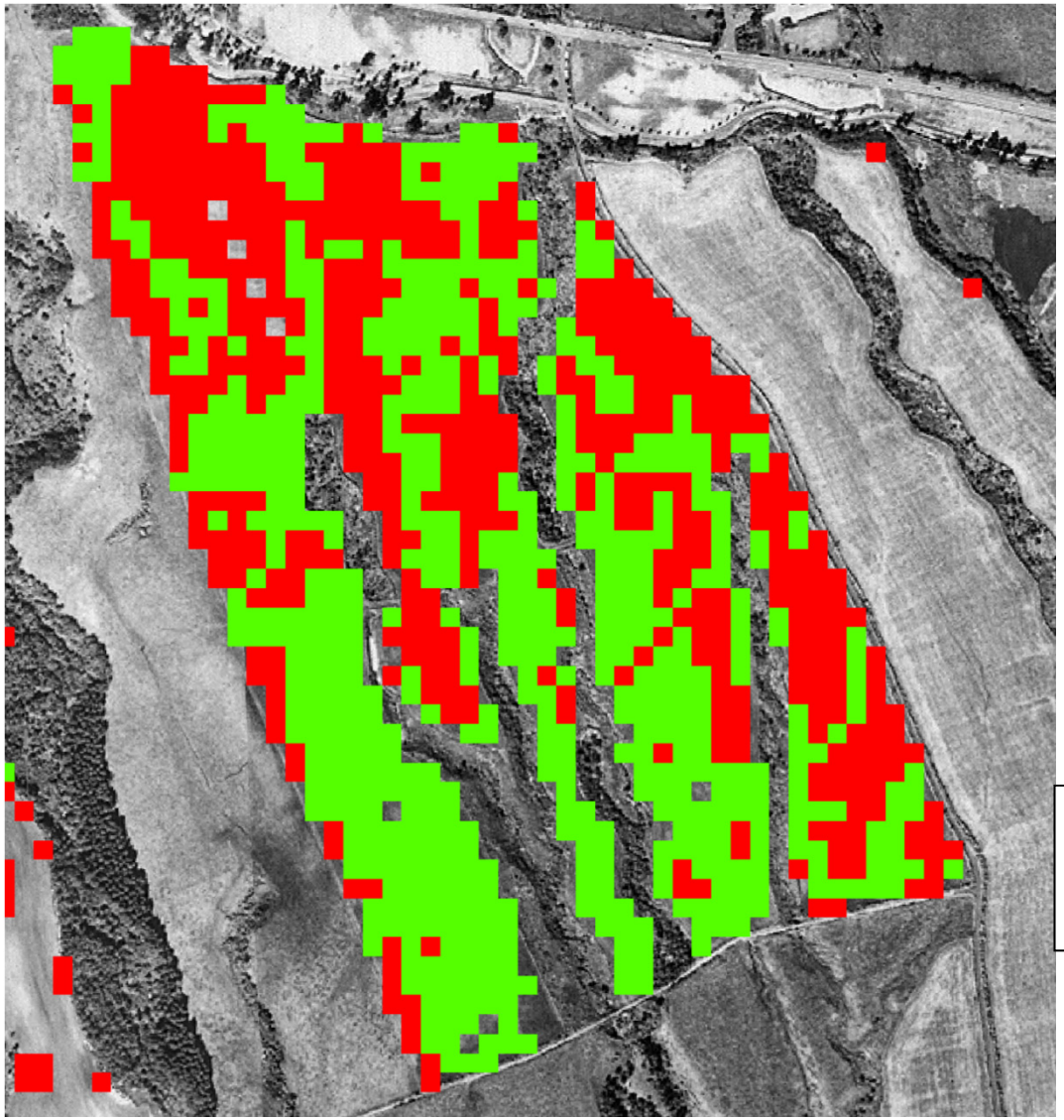


裸地部
非裸地部

石若ら(2007)による

①特定の草地だけの現象か？

②何が消えて裸地になったか？



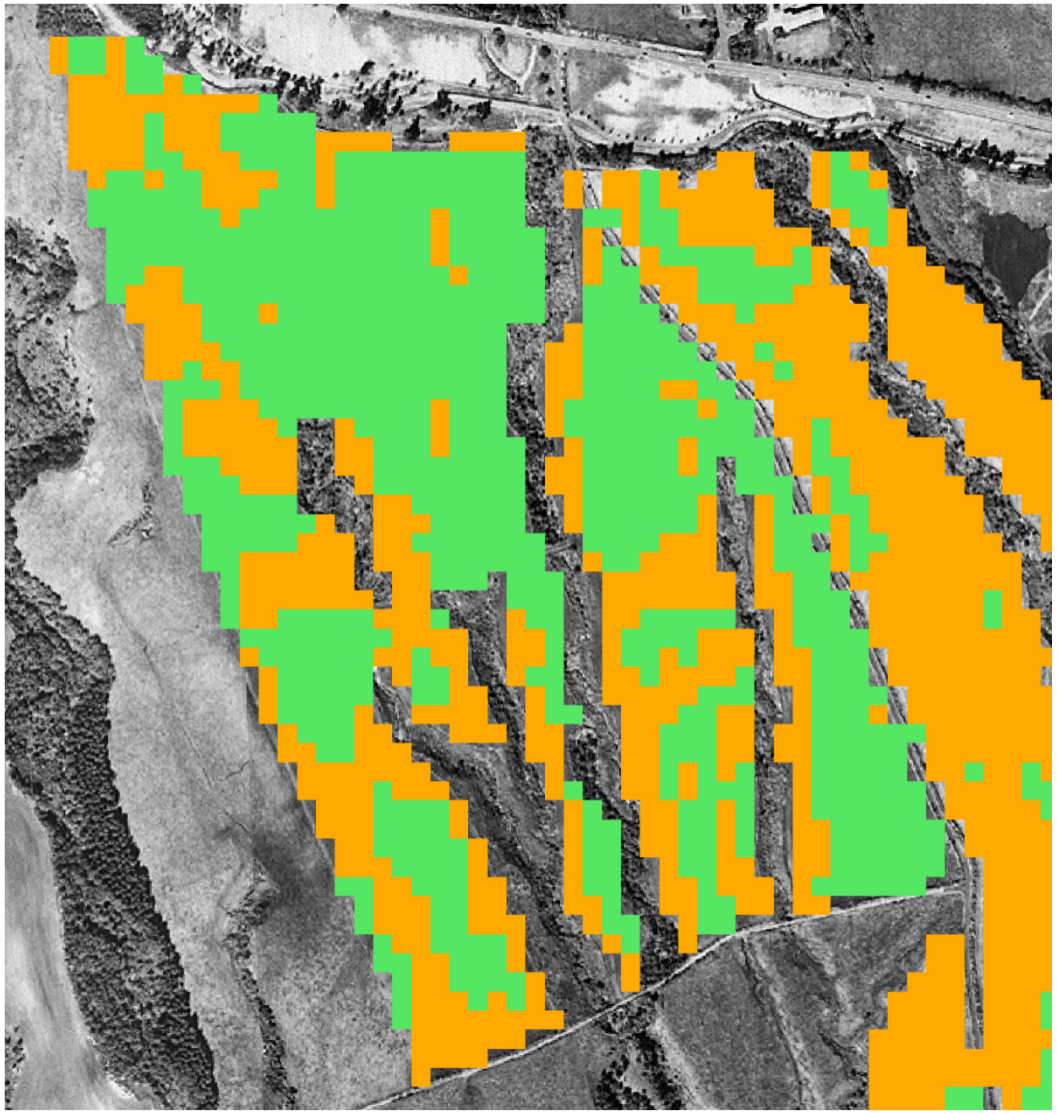
発生前のリモートセンシングによる植生分布図と裸地分布図から判断

2004年の草種判別図

- イタリアンーメヒシバ群落
- オーチャードートールフェスク群落

石若ら(2007)による

2006年5月の裸地分布図



裸地部
非裸地部

イタリアンが多かった
部分が裸地になった

石若ら(2007)による

①久住高原全体の裸地発生状況

特定の草地だけか？

衛星写真による裸地発生状況の把握

牧野名	Tb	Cb	A	Im	Is	Tk	O	M	F
裸地割合(%)	55	33	43	31	95	28	36	26	22

→ **標高・地形に関係なく多くの草地で発生**

②特定の草種が消えたのか？
草種に関係なく消えたのか？

→ **牧草の中では**
イタリアンライグラスが消えた

イタリアンが消えた要因の解析

種子

- 種子を落とす機会がなかった
- 発芽能力ー稔性、熟度、休眠性

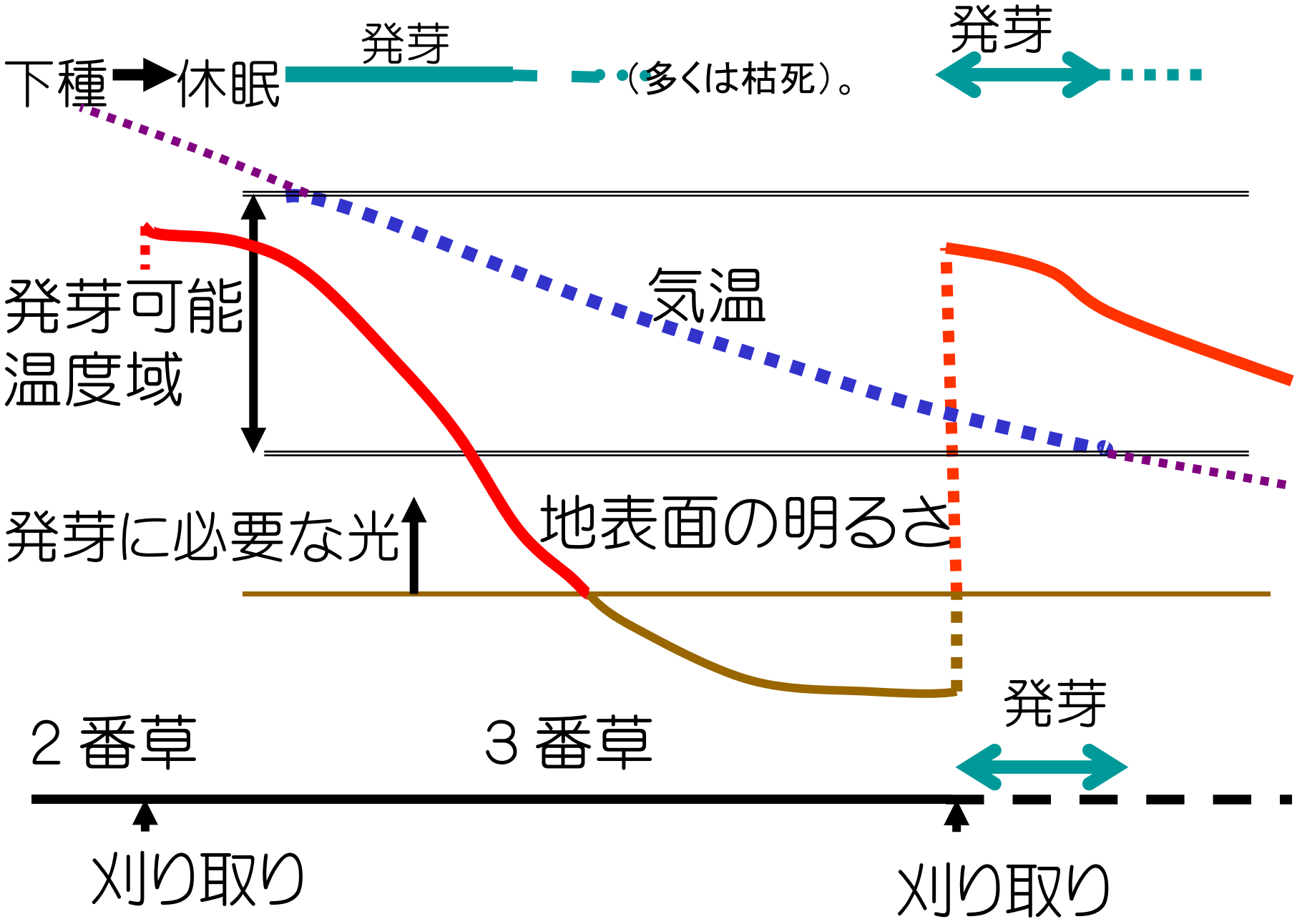
発芽できなかった
（発芽に必要な条件）

- 温度
- 水分
- 光
- 休眠覚醒
- 病虫害
- アレロパシー

生長できなかった

- 生長に必要な条件ー 温度, 光、水分
- 除草剤
- 病虫害
- アレロパシー

草地内のイタリアンの発芽条件



イタリアンの種子は散布された

2006.4.28
残存するイタリアン個体

イタリアンが消えた要因の解析

種子

- 種子を落とす機会がなかった
- 発芽能力ー稔性、熟度、休眠性

発芽できなかった
（発芽に必要な条件）

- 温度
- 水分
- 光
- 休眠覚醒
- 病虫害
- アレロパシー

生長できなかった

- 生長に必要な条件ー
- 除草剤
- 病虫害
- アレロパシー

温度，光、水分、養分

裸地表面の調査

○生き残っている株の状態
　　病害の発生
　　虫害の発生
　　養分過剰・欠乏症状
○生育できている草種の状況
　　病害の発生
　　虫害の発生
　　養分過剰・欠乏症状
○枯死個体の発見とその状態観察
　　病害の発生
　　虫害の発生
○土壌表面の状態観察
○土壌調査
　　化学性（pH）
　　物理性（硬度）

2006.5.12
多量の植物遺体が蓄積

イヌビエ残渣
イタリアン残渣
2005.10.25

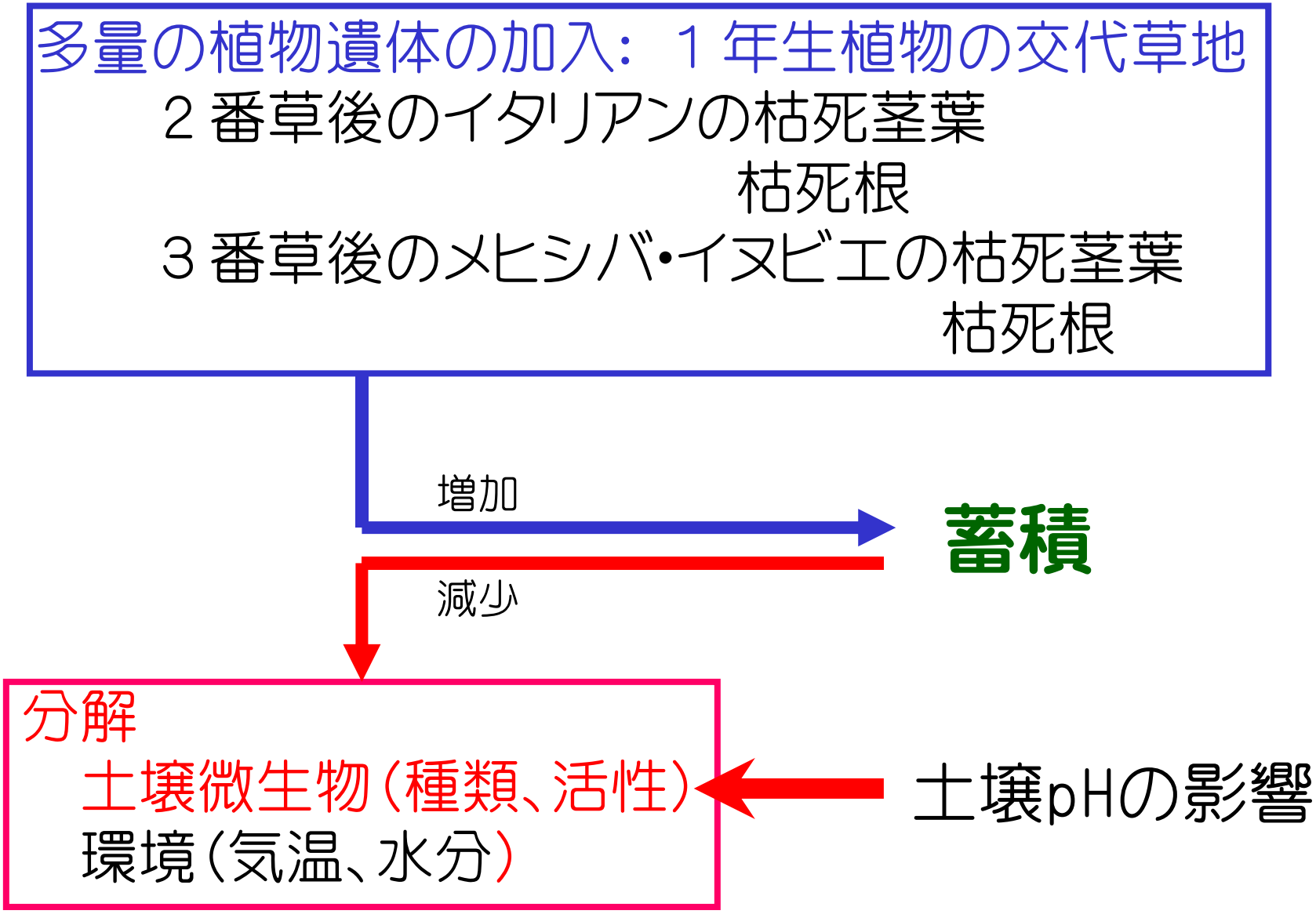
•拾い上げロスの発生
•ロールに巻けないで
　　脱落する残渣の発生

イヌビエやメヒシバの場合
　　残渣発生が多いのでは？
予乾の程度との関連は？
カッティングロールの場合は？

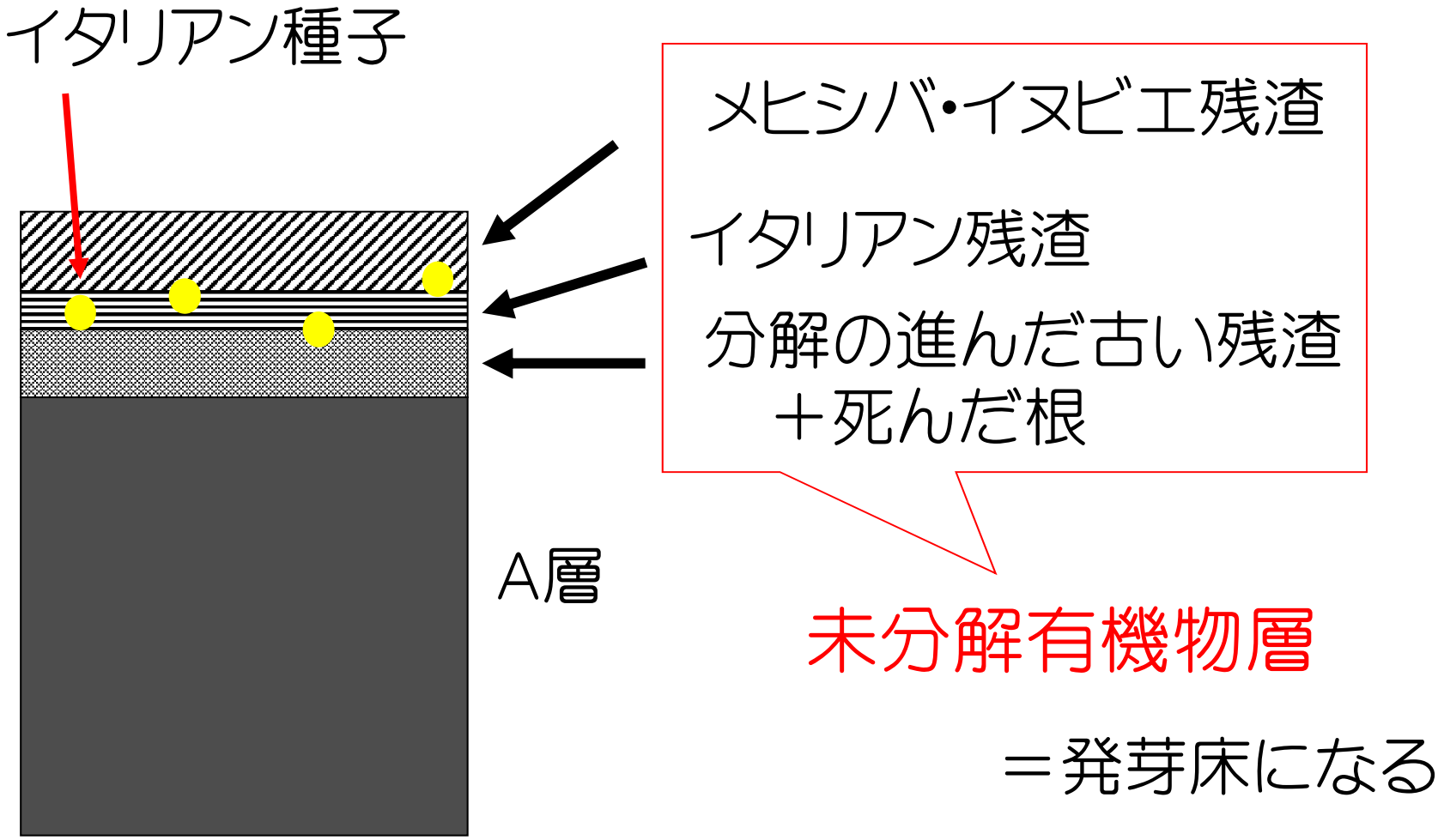
近年のロールベール体系への移行により
草地面に刈取り残渣が多く蓄積している？

2006.11
未分解有機物層の形成
表土

土壌表層における未分解有機物層の形成



３番草刈り取り後の草地の状態



裸地の形状の特徴:トラクター走行跡？

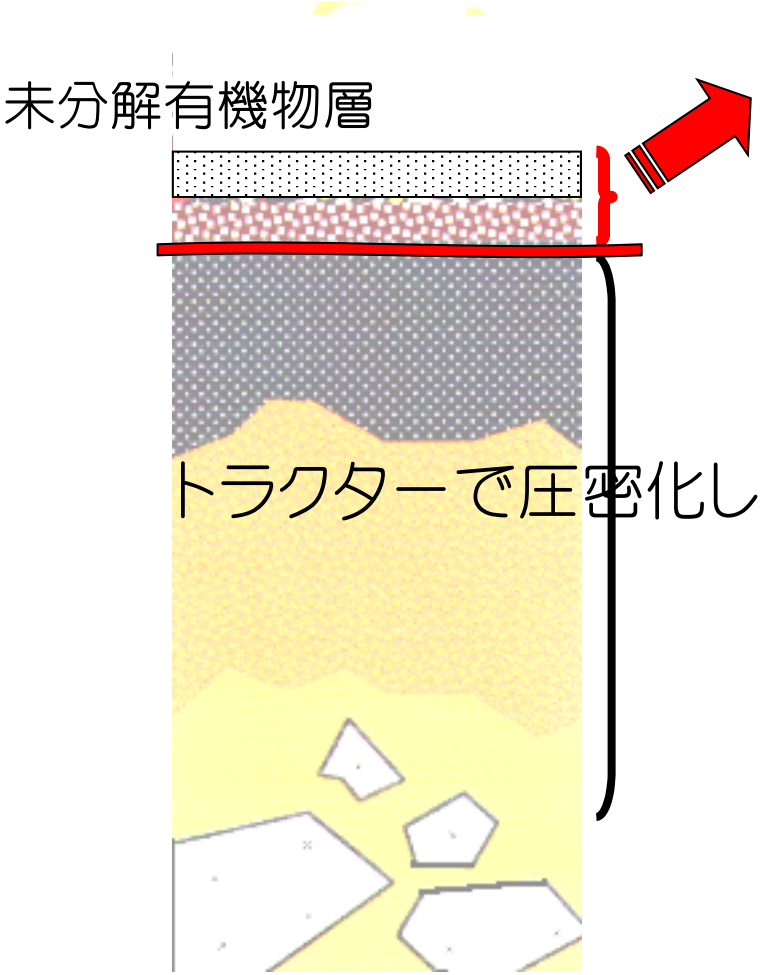
トラクターの走行と関連する要因

2006.6.10

トラクターの転回部分で裸地化が激しい（表土がずれる）

霜柱による表層の剥離

未分解有機物層の発芽床としての性質



乾燥すると収縮
霜柱で持ち上げられる ➡ 表層が分離
トラクターの車輪で滑る

土壌深部からの水分供給がない
雨で流亡する
根が切られる
窒素飢餓
発芽阻害物質

発芽・初期生長阻害

イタリアン以外の春型1年生植物の
発芽・生育もほとんど見られない
（2006.4）

裸地に発芽したイヌビエは
リン酸欠乏症状を示した（2006.5）

根が簡単に抜けてしまう

根が簡単に抜けてしまう
（エゾノギシギシ）

リン酸欠乏症状

リン酸の不可給化

土壌の酸性化

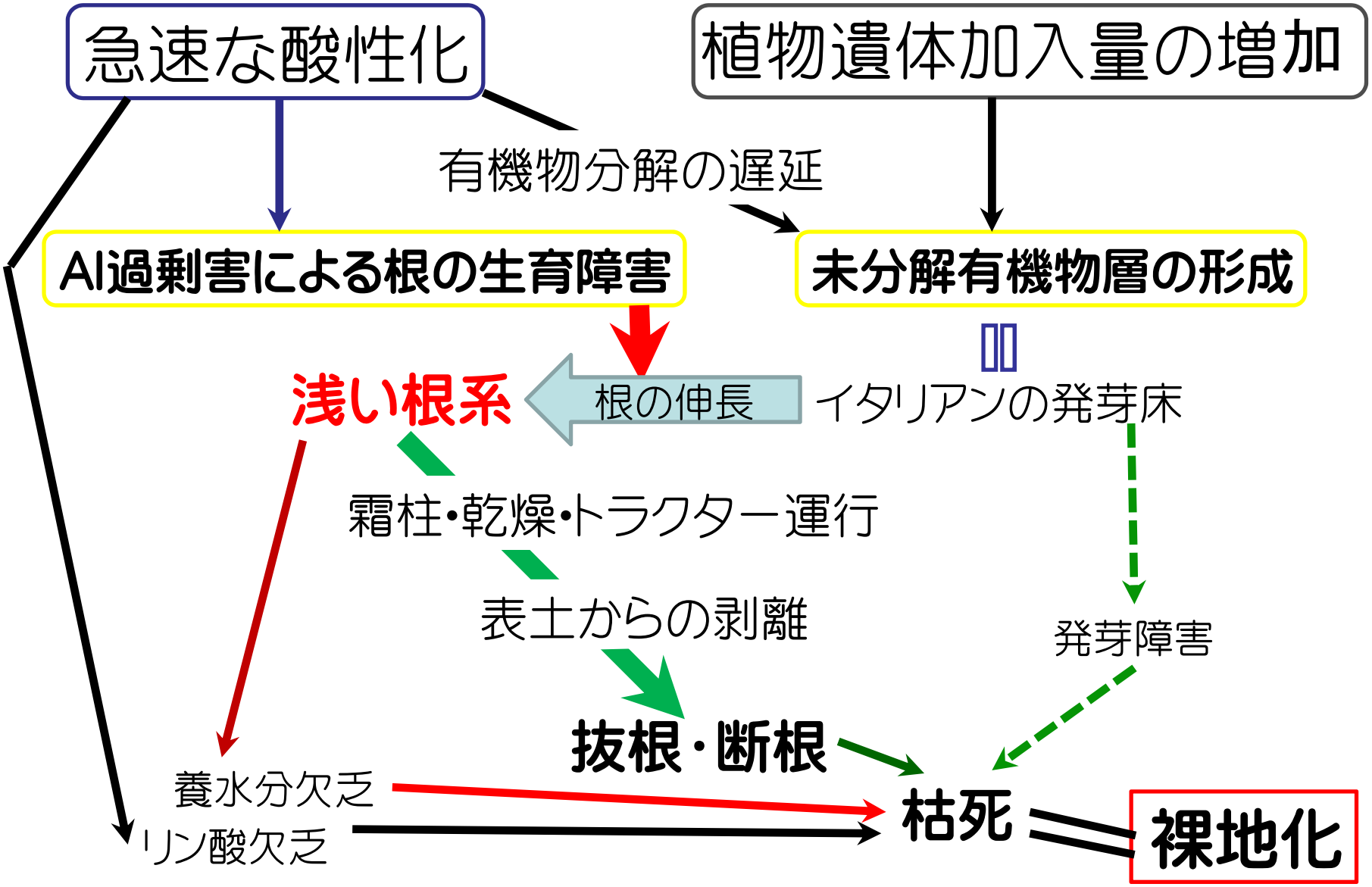
遊離Alの増加

Al過剰症による
根の伸長障害

根が簡単に抜ける

**土壌の酸性化が
進んでいる**

推定された裸地化の原因



なぜ裸地化が急に起こったか？

急速な酸性化

酸性化しやすい肥料の使用（硫安を用いたBB化成）
酸性雨

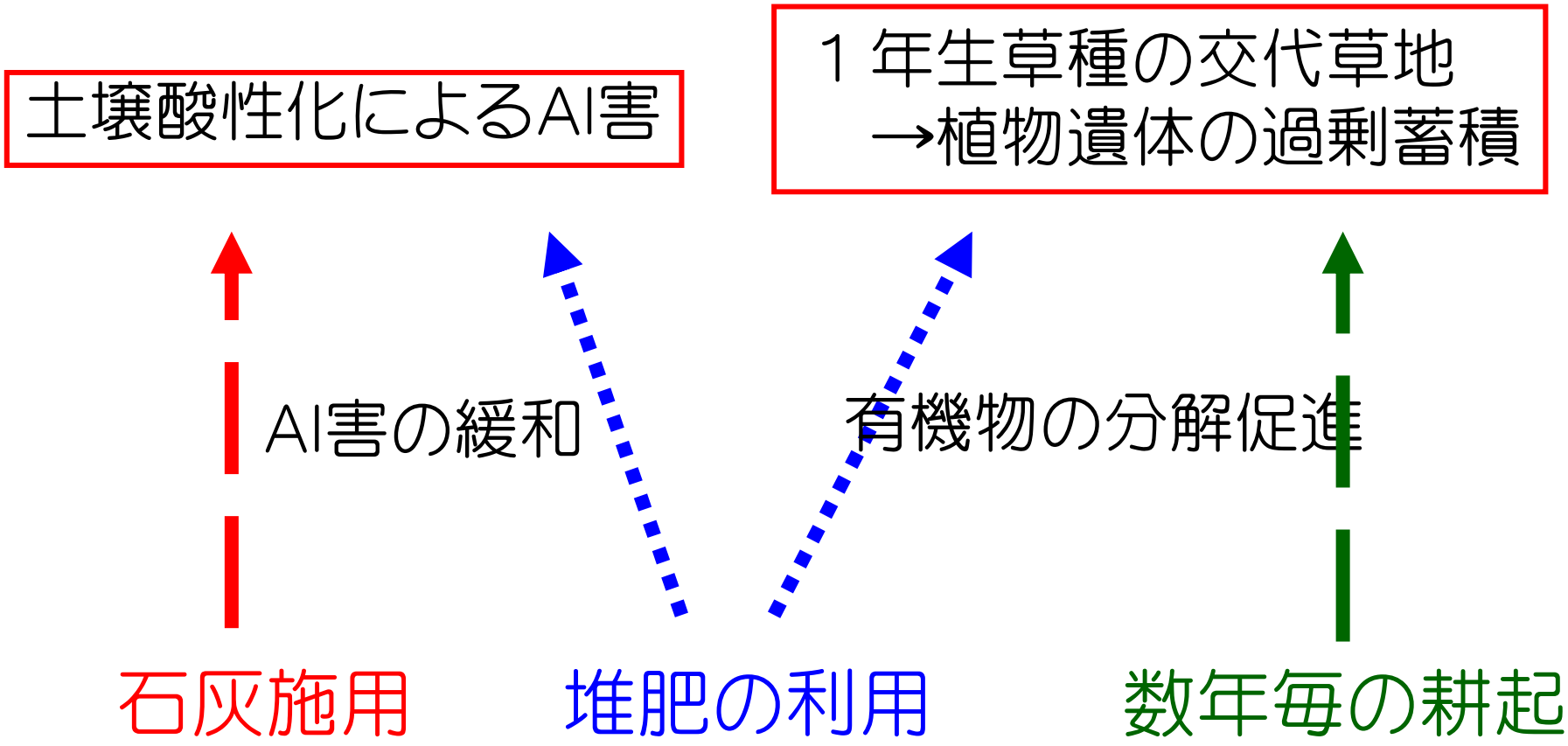
植物遺体の加入量の増加

乾草調製体系の変化（ロールベール体系）
草種（１年生草種の交代草地）

有機物分解の遅延

酸性化

対応策の検討



（実施可能な技術の開発）

酸性土壌、土壌酸性化は、
裸地発生に至らないまでも草地生産に大きな影響を及ぼす

●牧草生産量の低下

●酸性に強い雑草の侵入

●Al過剰害による浅い根系

- 気象の影響を受けやすい
  干ばつ、夏枯れ
- 表土だけで牧草の生産が支えられているので、
  施肥すれば敏感に反応するが、肥料が少ないとすぐ減収
- 土壌表層の有機物分解が遅く、蓄積した多量の
  有機物分解過程で窒素饑餓が起こる可能性

鶏糞焼却灰の利用

大分県豊肥振興局の指導で施用を行った牧野では、

○施用した草地では増収が認められた
○２番草イタリアンの枯れ上がりが軽減された

成分	含有量	単位
窒素	0.3	%
リン酸	22.1	%
カリ	15.8	%
石灰	15.5	%
苦土	5.0	%
亜鉛	2410	mg/kg
pH	10.9	

丸紅畜産（岡山）の例

- 有効なpH矯正資材
- 尿素と組み合わせた安価な年間施肥設計が可能
- 成分は飼料によって異なる（肉用鶏か産卵鶏か）
- 石灰、リン酸は溶解性が低く、表層に蓄積する傾向がある。
- 亜鉛の蓄積をモニタリングしている。

草地更新時に発生した問題

久住•直入地域の草地更新における重要課題

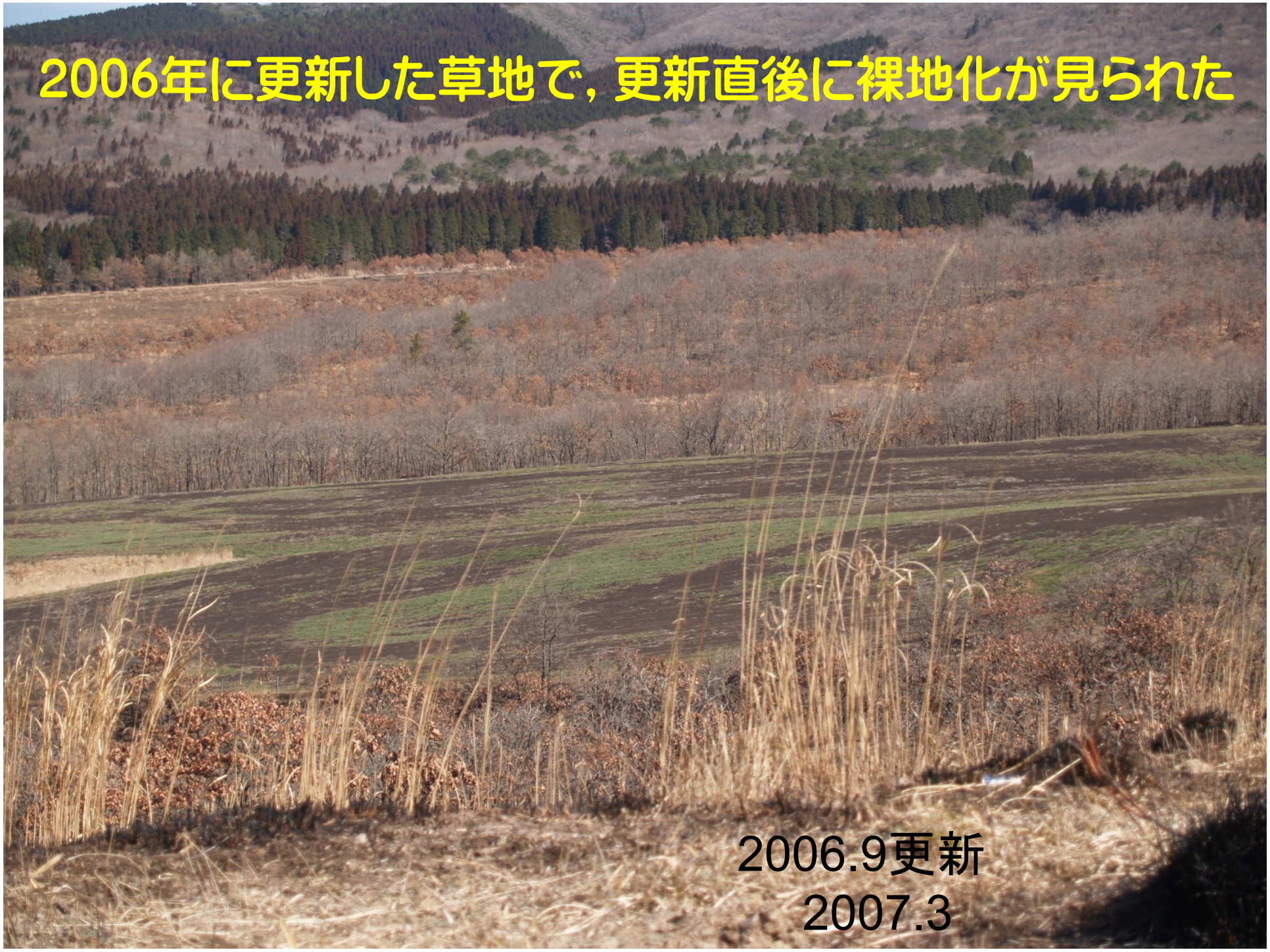
造成目標:　オーチャードグラス•トールフェスク主体の
多年生寒地型イネ科牧草地

↓

造成後数年（草地によっては更新翌年）で、
元のイタリアンライグラスーメヒシバ•イヌビエ草地に戻る
（１年生イネ科草交代草地）

原因:

○表土に落ちていた種子から発芽したイタリアンとの競争に負ける
○利用管理体系がイタリアンの発芽•生長に有利（3番草の刈取り時期）
○オーチャード•フェスクの株の充実が不十分（夏枯れ、お礼肥をやらない）
○土壌要因（酸性化）については未解明


2006年に更新した草地で，更新直後に裸地化が見られた
2006.9更新
2007.3

○更新直後なのに表土pHは5以下であった

○牧草の生長試験では、りん酸の施用効果が大きかった

○表層に著しいひび割れが認められた

推定された原因：

●土壌の特徴から乾燥により著しい収縮が起こり、根が切断され、枯死する個体が出た。

●石灰資材の投入量が不足しており、酸度矯正が不十分であった。

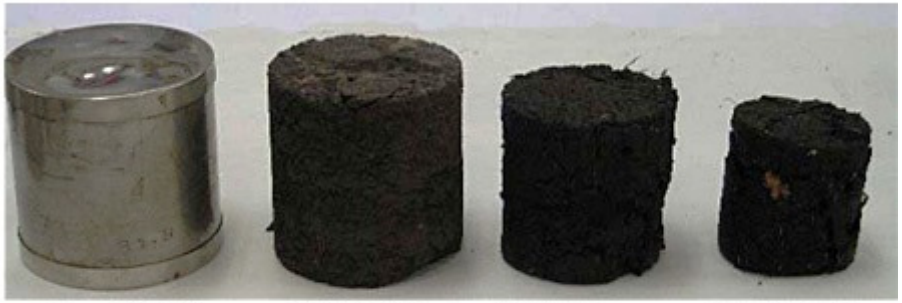
（新規造成とは異なり、更新の場合には土壌の緩衝能が高くなっていると考えられる）

そのため、リン酸が不可態となり、リン酸欠乏症状が発生した。

牧草の生育試験

リン酸の施肥効果が大きい

無施肥だと次第に枯れていく



100mL 採土管　鹿屋市黒ボク土 収縮なし　調査断面 Ap 収縮 55%　調査断面 A2 収縮 40%

乾くと強い収縮性

幼植物は根を切られる可能性がある

久保寺ら(2009)

対策：

＊目標pHにするための石灰必要量を
　緩衝曲線法により、正確に求めること

＊リン酸資材を十分に投与すること

2012年に更新した草地で、牧草の生育不良・枯死、表土流亡などの現象が認められた

○牧草の生育障害・枯死が発生し、一部で裸地が認められた

○表土の流亡が見られ、一部では細溝侵食もおこった

○土壌表層は中性～アルカリ性、10cm以下の層では酸性であった

オーチャードグラスの生育状況

○主茎は枯れ、分げつが生長している

○茎葉はリン酸欠乏症状
根はAl害が顕著

2013.4.23

2013.4.23

推定された原因：

●施用された炭カルが耕土層に十分に混和されず表層に偏在した。

→ 発芽後、根は強酸性土層に入り、Al過剰による生長阻害で耕土層の深くまで根を張ることができなかった。

→ 霜柱による抜根を受けたり、リン酸欠乏症状がおこり、生長の停滞・枯死が生じた。

→ 根系が十分発達しなかったために土壌保持力が弱く、雨水による流亡が起こった。

強酸性土壌の草地更新における土壌改良材（石灰）の施用

○目標pHまで改良するのに十分な量を施用する、とともに、

○耕土全層に混和することが重要

●草地更新に使用される石灰資材には、

・消石灰、炭酸カルシウム（炭カル）、苦土石灰などがあるが、

現在は、ほとんどが緩効性の炭酸カルシウムを使用している。

これは、長期的な土壌改良効果を期待するためであり、
単価が安いことによる。

個人的な疑問と検討課題

発芽直後の根系が伸長する時期（通常播種後数十日）に、土壌は改良されていなければならない

↕

施用後8ヶ月以上経過しても土中に石灰の塊や層がある

全層にまんべんなく石灰施用することは困難

→ 強い酸性土の部分が残る

↓

土壌pHの低い部分、下層土に伸長した根はAl害を受け、個体の生長阻害・枯死を招く

↓

改良効果が速やかに拡散することが望ましい

溶解性の高い石灰資材の併用が必要では

施用8ヶ月後も
石灰層
2013.5.09

2013.7.11
簡単にはがれる

細溝侵食の発生　　2013.9.11

個人的な疑問と検討課題：　Al過剰害による根の生育障害が起きている

土壌pH(2013.5.9採取)

土層	pH(H_2O)	pH(KCl)
0-10cm	6.25	5.33
	6.35	5.52
10-15cm	6.58	5.87
	5.61	4.83
	5.22	

●測定される土壌pH値は実際の土壌の酸性改良度を示しているのか？

●Al過剰害が起こる要因は、土壌pHだけではない（pHチェックだけでは予測できない）。

九州のように秋播きでは、発芽から初霜の頃までの
根系が伸長する時期（通常播種後数十日）に、
土壌は改良されていなければならない

↕

施用後8ヶ月以上経過しても土中に石灰の塊や層がある

全層にまんべんなく石灰施用することは困難

→ 強い酸性土の部分が残る

↓

土壌pHの低い部分、下層土に伸長した根はAl害を受け、個体の生長阻害・枯死を招く

↓

改良効果が速やかに拡散することが望ましい

溶解性の高い石灰資材の併用が必要では