

## ビーナスライン開通30年の軌跡

### —諏訪湖流域開発後の自然と社会環境の検証— 2003 年度報告

土田勝義・辻井弘忠・萩原素之・河村真一・山田明義・星川和俊  
信州大学農学部

#### Locus in Venus line opening 30 years: -Inspection of nature and social phenomenon after Lake Suwa watershed development-

Katsuyoshi TSUCHIDA, Hirokata TSUJII, Motoyuki HAGIWARA, Shin-ichi KAWAMURA,  
Akiyoshi YAMADA, and Kazutoshi HOSHIKAWA  
Faculty of Agriculture, Shinshu University

キーワード：諏訪湖、ビーナスライン、30 年間、自然と社会の変化、天竜川、土地利用、リン酸濃度

Key words: Lake Suwa watershed, Venus line, For 30 years, Changes of nature and society, Tenryu River, Land use, Phosphoric acid density

今年度は下記のテーマが報告された。

1. 土田勝義(農学部森林科学科)：霧ヶ峰・美ヶ原の外来種(帰化植物)に関する研究
2. 辻井弘忠(農学部応用生命科学科)：山梨県八ヶ岳牧場の放牧概要ほか
3. 萩原素之・河村真一(農学部食料生産科学科)：黒ボク土壌水田におけるリン酸施肥量の削減は可能か
4. 山田明義(農学部応用生命科学科)：長野県内におけるシャクジョウソウ科植物の菌根形成に関する研究
5. 星川和俊(農学部森林科学科)：天竜川水系における営農および農業的土地利用の変化に関する研究

現段階では、それぞれ各地や各人の研究テーマに沿って研究が行われており、まだまとめていく段階ではないが 2004 年度ではまとめていく作業を始める予定である。

1. 霧ヶ峰・美ヶ原の外来種(帰化植物)に関する研究  
農学部 土田勝義

1. 霧ヶ峰・美ヶ原における自然の保護と利用のあり方における諸問題から

霧ヶ峰は観光道路ビーナスラインの中心地域であり、ビーナスラインが開通して以来 30 年たち自然環境も社会環境も大きく変化した。また 2002 年春に通行料金が無料化し、さらに観光客や車の入れ込みの増加が予想された。このような状況を受け、八ヶ岳中信高原国定公園を管理する長野県では、今後のあるべき霧ヶ峰・美ヶ原像やそれに対応した保護、利用をはかるため、2002 年から「ビーナスライン沿線の保護と利用のあり方研究会」を立ち上げ、種々の検討を行ってきたが、2004 年 3 月にその結果がまとまることとなった。筆者もそのメンバーとして参画してきたが、霧ヶ峰・美ヶ原でとくに自然保護上問題となったのは、草原の森林化、踏み込みによる裸地化、外来種の侵入繁殖である。

筆者はこれらのテーマに本科研費によって具体的に関わっているが、今回、昨年度から継続して研究している「外来種(帰化植物)問題」について報告する。なお本調査は信州大学農学部修士課程院生の酒井智裕君、鷲が峰ヒュッテの田口 信氏に協力して頂いた。

2. 霧ヶ峰八島高原の外来種(帰化植物)

### (1) 帰化植物の種数の変化

霧ヶ峰は約 3000ha もある広大な高原でその大部分は草原となっている。そのため霧ヶ峰全域を調査対象とすることは不可能なので、ビーナスライン沿いで観光客が多く、また貴重な八島が原湿原が存在する八島高原において、帰化植物の実態、生態、さらに種々の実験を行っている。当地で確認された帰化植物は、1998 年は、15 種（土田）であったが、2003 年には 21 種（酒井）、2004 年 2 月には 41 種（田口）と、年数がたつにつれて増加している。これは帰化植物が急増したというより、調査精度が上昇して確認数が増した面が大きい、それでも今まで目につかなかった帰化植物が多くみられるようになったのは確かである。これらの繁殖の要因は、観光客や車の増加による種子の搬入、散布が拡大した場合もあるし、亜高山帯で寒冷地である霧ヶ峰が地球温暖化の影響を受けて気候が温暖化し、多くが平地に生息域を持つ外来種の生育が可能になったという可能性もある。

### (2) 工事にともなう裸地における帰化植物動態

八島が原湿原の周囲には、遊歩道が設置され観光客に利用されている。その一部は従来地面に枕木を敷いた簡易な歩道であったが、その老朽化や表流水の遮断による湿原植生への影響が懸念され、2001 年にその改修が行われ、一部で地上 30~50cm の高架木製歩道が設置された。この木道造成にともない、旧歩道の撤去と新歩道設置のために工事が行われ、高架木道周囲とその下部が裸地化された。帰化植物は裸地に最初に侵入する先駆植物として知られており、八島高原におけるこのような工事による裸地の出現が、帰化植物の繁殖を招くことが懸念される。そこで、歩道が完成した後の 2002 年 5 月に木道下のそれぞれ環境が異なる裸地 3 カ所に定置枠を設置し、その後の植生の発達状況をモニタリングした。その結果、1 年後の 2003 年には 3 カ所の裸地定置枠では、キク科多年草が先駆的な優占植物であったが、ヒメジョオン、ヘラバヒメジョオン、アレチマツヨウグサなど越年生の主要帰化植物も優占種ではないが、次第に勢力が増していることが知られた。今後のモニタリングが必要である。

### 3. 美ヶ原における帰化植物の繁殖

美ヶ原高原の主要地域である台上はおおむね標高 1,800m~2,000m となる。この台上一帯において希少植物の実態とその保全をはかるため 2004 年に植物相の調査を行った。確認された維管束植物（シダ類

以上）は 450 種であり、そのうち帰化植物は 31 種あった。また希少種など絶滅が危惧される植物は 30 種であった。美ヶ原は霧ヶ峰より帰化植物の種数や繁殖状況は低いが、霧ヶ峰より標高が高く、平地にその主生育域をもつ外来種にとっては、生育しにくい環境であることが反映していると思われる。野草地では霧ヶ峰のように大繁殖状態の帰化植物はない。ただ牧場では外来牧草が播種され、これらが逸出しており、その周辺では本来の植物相を大きく変えている。また最近はそれまで少なかったヒメジョオン類もよくみられるようになった。植物相調査は 2005 年度にも行われるがさらに正確な生育状況が把握されると思われる。

## 2. 山梨県八ヶ岳牧場の放牧概要

農学部 辻井弘忠

（信州大学農学部 AFC 報告 2、2004 印刷中）

山梨県八ヶ岳牧場天女山分場の放牧概要について記述した。主な点は放牧規模、放牧頭数、預託農協・農家数、繁殖成績、増体重、疾病などの年次別の比較を行った。平成 12 年頃から預託放牧頭数及び農家数の減がみられたが、平成 13 年度から周年預託制度の導入によって放牧頭数ならびに若齢牛の預託の増加がみられている。またそれに伴って夏場の粗飼料生産作業（ロールサイレージ）が増加していた。

### 山梨県八ヶ岳牧場における肉用牛の繁殖成績

（環境科学年報 26、2004 印刷中）

山梨県八ヶ岳牧場の本場牧場では肉用牛（黒毛和種）が 400 頭フリーバン牛舎飼養されている。これらの牛の繁殖成績は毎年 118-185 頭出産していた。これらの子牛の事故率は 2.8-13.9%，生時体重♂30kg ♀27kg、払い下げ頭数：去勢牛 52-86、妊娠牛 12-58、育成牛 11-44 頭、合計 105-143 頭の払い下げを行っていた。種雄牛の違いが子牛の生時体重、事故率、枝肉価格に影響を及ぼすこととまとめた。その結果、肉用牛生産にはどの種雄牛の精液を用いるかが重要なポイントであることが伺えた。また山梨県の肉用牛の系統作りに受精卵移植技術を導入して、人工授精よりも効率的に改良を進めようとしていた。

### 岐阜県の公共牧場の概要

（環境科学年報 26、2004 印刷中）

岐阜県の公共牧場は 26 牧場、その所有状況は県有 2、市町村 23、任意組合 4 牧場であった。その他採草

牧場 3 存在した。公共牧場の総放牧頭数、乳用牛の放牧頭数は減少傾向にみられるが肉用牛は増加の傾向がみられた。この背景には岐阜県の乳用牛の飼養戸数および飼養頭数の減少がみられたのに対し、肉用牛の飼養戸数は減少しているにもかかわらず、飼養頭数の増加と同時に肉用牛の戸当たりの飼養頭数が増加していた。肉用牛の増加は岐阜県が「飛騨牛」を銘柄化し普及宣伝の成果と思われた。平成 13 年に BSE の影響を受け、消費者の牛肉離れで肉用牛の価格が大幅に低下したが、平成 14 年春から安全な国内牛肉が定着し、徐々に回復している。肉用牛の増産にあたって乳用牛に肉用牛の受精卵移植を行ったり、乳用牛に肉用牛の精液を入れたりして肉用牛の生産の増加に努めていた。

### 3. 黒ボク土壌水田におけるリン酸施肥量の削減は可能か

農学部 萩原素之・河村真一

本研究は、黒ボク土壌地域での水稻栽培においてリン酸施肥量を削減したイネ栽培の可能性の検討、およびリン酸施肥を削減した場合の水田外へのリン酸の流出への影響評価のための基礎資料の収集を行うものである。火山灰土壌ではリン酸の不可給態化が著しく、黒ボク土壌地域はリン酸多肥の典型的な地域である。一方、リン酸肥料の原料はほぼ 100% がリン鉱石であるが、リン鉱石は約 80 年後には実質上枯渇するといわれている。有限な天然資源であるリンの有効かつ持続的な利用と水稻生産による環境負荷の軽減を念頭におき、黒ボク土壌地帯に位置する信州大学農学部附属農場水田でリン酸低投入栽培試験を行い、土壌中のリン酸含有量の経年変化とともにイネの生育・収量への影響を調査した。

#### 材料および方法

水稻品種コシヒカリを供試し、信州大学農学部附属農場水田で 10 a あたりリン酸施肥量の異なる多肥区 (28.1 kg)、標準区 (22.1 kg)、少肥区 (16.1 kg)、極少区 (10.1 kg) を 2 反復乱塊法で配置し、2001 年から 2003 年まで試験区配置を固定して稚苗移植栽培した。2001 年と 2002 年は 7 日おきに草丈、葉色、茎数、葉齢を追跡調査した。2001 年は移植日から約 3 週間おきに、2002 年は幼穂形成期から約 10 日おきにサンプリングを行い、葉面積、草丈、葉色、茎数、乾物重を測定した。また、2002 年は pH、酸化

還元電位、地温を測定し、登熟中後期に層別刈り取りを行った。さらに、2002 年と 2003 年は土壌溶液と農業用水中のリン酸濃度を測定し、土壌分析と収量調査は 3 年とも実施した。

#### 結果および考察

生育調査の結果、草丈、茎数、葉面積指数、比葉重など生育指標に試験区間差はみられなかった。また、層別刈り取りによる群落構造解析、さらには 3 年間の収量および収量構成要素の調査の結果からみても、リン酸施肥量を減じても生育・収量にほとんど影響しないことが明らかとなった。これは、土壌のリン酸およびカルシウム含有量が高かったことなどから、栽培期間中に充分量のリン酸の可給態化が起こっていたためと考えられる。また、土壌分析の結果、本実験水田におけるリン酸施肥量と土壌中の可給態リン酸の年間収支との関係 (回帰式) を明らかにした。この回帰式によれば、可給態リン酸の年間収支が ±0 になるリン酸施肥量は 13.4 kg / 10 a と推定され、現行の施肥量よりも約 40% の減量が可能とみられた。一方、灌漑水中のリン酸濃度の測定した結果、本実験水田に流入する灌漑水は諏訪湖を水源とするものであるが、灌漑水による天然供給量は施肥に比べるとごく少量に留まることが明らかになった。

本実験水田においては、長年のリン酸多肥により土壌中に多量のリン酸が蓄積されていることに加えて、イネの栽培期間中にリン酸の可給態を促す条件、1) 土壌酸化還元電位の低下、2) 20℃以上の地温、3) 高い土壌中カルシウム含量、が揃っていたため、イネの生育収量に影響が出なかったと考えられる。一方、リン酸の多施用はリン酸の水田系外への流出という環境負荷となる可能性がある。リン酸施肥量別の水田系外への流出量の評価は行わなかったが、リン酸を基肥として施用した後、約 1 ヶ月間は田面水中のリン酸濃度は灌漑水のその 2~4 倍で推移した。

本実験水田ではリン酸施肥量を減じても、イネの生育収量に有意な変化が生じず、リン酸以外の土壌養分量にも目立った減少はみられなかったことから、リン酸施肥量の大幅軽減の可能性が示された。黒ボク土壌地帯では長年にわたりリン酸が多量施肥されているのが通例であるため、本実験水田と同様に、リン酸が土壌に多量に蓄積している例は少なくないと考えられ、このような場合にはリン酸施用の大幅

削減が可能であろう。これは、有限資源の有効利用と環境負荷の少ない持続的農業の両面から注目すべき結果である。ただし、長期にわたってリン酸施肥量を減じる場合は、定期的に土壌養分分析を実施して土壌養分の状況を把握することと、土壌に蓄積されているリン酸の可給態化を促すため、カルシウム資材の適切な投入に留意する必要があると考えられた。

#### 4. 長野県内におけるシャクジョウソウ科植物の菌根形成に関する研究

農学部 山田明義

akiyosh@gipmc.shinshu-u.ac.jp

##### 【序】

無葉緑植物のシャクジョウソウ科は、国内には3種が分布し、長野県内でも全ての分布が確認されている。近年これらの植物は、特に西日本各地では絶滅が危惧されており、長野県内でも将来的には分布域の減少が危惧される。ところで、これらシャクジョウソウ科植物は、菌根菌の菌糸体を通じて炭素、窒素、リンをはじめとする全栄養源を菌根菌から得ていることが近年明らかにされつつあり、菌根従属栄養植物と考えられるようになった。このため、シャクジョウソウ科植物の生理生態を解明する上では、根部に生息する菌根菌（宿主菌類）の解明が重要である。本研究では、上伊那地方を中心に長野県内でシャクジョウソウ科植物の生息状況を調査し、植物と菌根菌の地域集団の特性を解明することを目的とする。

##### 【進捗状況の概要】

##### 1: 植物の生息状況調査

2001年初夏より2003年秋季まで、長野県内において上伊那地方を中心に各地の山林を調査し、日本産シャクジョウソウ科3種（ギンリョウソウ、アキノギンリョウソウ、シャクジョウソウ）を採集した。

ギンリョウソウは、伊那谷をはじめ、その他の地域（中信、北信など）でも比較的多くの場所で確認でき、このうち36個体群について調査・収集した。上伊那地方では、特に天竜川右岸の中央アルプス山麓で大きな個体群を多数確認できたが、左岸の南アルプス山麓ではわずかに数個体群のみ確認できた。シャクジョウソウは、県内各地で27個体群を確認できた。上伊那地方では、天竜川両岸の山地で同程度の個体群数を確認できた。アキノギンリョウソウはこれまでに県内全域より8個体群しか確認していない

が、上伊那地方では、天竜川左岸と右岸の山地で各1個体群を確認できた。

##### 2: 菌根菌の形態観察とDNA解析

採取植物の根系を顕微鏡下で観察した結果、全ての個体がシャクジョウソウ型菌根を形成していた。ギンリョウソウとアキノギンリョウソウでは、菌根の外部を構成する菌糸の特異的な配列様式から、菌根菌は担子菌類ベニタケ科のベニタケ属とチチタケ属と同定できた。シャクジョウソウでは、同様に菌糸の特異的な配列様式から、担子菌類キシメジ科が主な構成群であることが推察された。さらに、キシメジ科既知種とのDNA照合（rDNA ITS領域）を行なった結果、シャクジョウソウの菌根菌にはキシメジ属菌のマツタケ、カキシメジ、クマキシメジが含まれることが明らかとなった。

##### 【関連業績】

- 1) 北村大星, 山田明義: 無葉緑植物ギンリョウソウは種子発芽の初期から菌根菌と関係を持つ。日本菌学会第47回大会, 2003年5月(札幌)。
- 2) 松田陽介, 北村大星, 山田明義: ギンリョウソウに形成されたモノトロポイド菌根の形態的、分子生物学的類別。日本菌学会第47回大会, 2003年5月(札幌)。
- 3) Matsuda Y, Yamada A. (2004) Mycorrhizal morphology of *Monotropastrum humile* collected from six different forests in central Japan. *Mycologia* (in press).

#### 5. 天竜川水系における営農および農業的土地利用の変化に関する研究

農学部 星川和俊

##### 【農村集落単位のジオ・DBによる流域変化解析】

天竜川全流域を対象として、農業集落単位の営農、農林業における土地利用の時間・空間的变化過程を分析するために、地理情報システムによるデータベース（ジオ・DB）を作成した。このDBにもとづき、天竜川水系の全農村集落の農家数・農業者の変動、ならびに耕作放棄などに関して、分析を継続中である。

同時に、具体的な土地利用被覆状況の変化様相を捉えるために、下伊那郡上村、南信濃村周辺地域を対象として、高解像度衛星画像データ（IKONOS）による山地急傾斜地での土地利用分析の方法を検討した。

### 【天竜川流域の地形解析】

流域形成の最も根源的な要素であり、生産や住環境はもちろん、水や物質循環を支配する流域内の地形条件の解析を進めている。250m、50m、衛星データによる15mメッシュ標高データによって、地形モデル（DEM）解析を進めた結果、50mメッシュデータがあれば、7次谷レベルに至るまでの流域システムが十分に表現されることが明らかになった。今後、地形表面の様々な流域パラメータの特性分析、農村集落単位のジオ・DBとの統合を図っていく予定である。

### 【関連業績】

1. 星川和俊, 塩入諭：高分解能衛星画像データによる土地利用被覆推定の実用性—大きな地形起伏の影響を受ける場合—, システム農学会 19 巻別号 2, 38-39, 2003.
2. 川端将史, 星川和俊, 渡辺一生：地形条件からみた農業生産基盤の経年変化—GISによる長野県天竜川流域の解析—, システム農学会 19 巻別号 1, 89-90, 2003.
3. Kazutoshi HOSHIKAWA : Multiple cropping system of mountain-slope agriculture in the central part of Japan、International Symposium on Alternative Approaches to Enhancing Small-Scale Livelihoods and Natural Resources Management in Marginal Areas — Experience in Monsoon Asia—, October, 2003