

亜熱帯地域における緑肥およびカバークロップとしてのヘアリーベッチの利用

琉球大学農学部亜熱帯農林環境科学科 鬼頭 誠

1. はじめに

亜熱帯という気候区分は存在せず、一般に亜熱帯と言われている地域の多くは、東京などと同じ温暖湿潤気候に含まれる。また、日本の気候区分では南日本型気候と称されている。しかし、東京都と沖縄県の植生や気候は同じとは言えず、ここでは亜熱帯という表現を使用する。亜熱帯地域は熱帯地域と同様に土壌有機物の分解が早く、土壌の生産力に様々な形で関わってくる有機物の集積が少なく、生産性の向上が困難な場合がある。また、冬季においても雑草の生育が旺盛であり、冬季の雑草防除も重要な課題である。これらの点を克服するために各種資材の多投入型農業、高エネルギー型農業はもちろん可能であるが、環境保全上の問題の加え、そのような農業が困難な国や地域もある。特に、沖縄などの島嶼地域でのインプット重視型の農業は、「島」単位の比較的小面積の生態系に対するインパクトが強くなる。そのため前世紀から言われている生産性を維持した循環的農業がより一層必要とされている。

我が国で循環的農業に組み込む有機物として潤沢な畜産廃棄物を中心とした有機性廃棄物は、その多くが元々は海外からの輸入によるものが多く、家畜の飼料の自給率が1割に満たない状況でのこれら有機性廃棄物の農業生態系への投入は、正確には循環的なものとは言えず、全量還元は環境汚染(富栄養化)を招くため不可能なことは明ら

かになっている(神山ら 2003, 織田 2006)。また、海外の収奪的農業が行われている地域では有機物源が不足しがちである。これらの問題を解決する1つに、緑肥やカバークロップの利用が検討されている。なお、亜熱帯地域では雑草防除機能、病害虫防除機能、エロージョン防止機能に加え、生産力の低い土壌においても旺盛な生育をする植物が緑肥やカバークロップとして有望である。

緑肥やカバークロップは通年を通して様々な作付体系に組み込むものであるが、ここでは、冬季に栽培するヘアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth) について著者らが言い得られた知見を紹介する。

2. 亜熱帯地域におけるヘアリーベッチの生育

ヘアリーベッチは、他感作用を利用した雑草防除機能を有する緑肥やカバークロップとして導入後、日本各地で広く利用されてきている。しかし、亜熱帯地域におけるヘアリーベッチの生育量や緑肥としてのポテンシャル、雑草防除効果などのカバークロップとしての利用性などは多くの報告があるわけではない。

その理由として、沖縄などの亜熱帯地域では冬季が野菜等高収益作物のピークであり、栽培時期が重なるヘアリーベッチへの関心が持たれなかったことが考えられる。また、30℃を超えると生育が停滞もしくは枯死するヘアリーベッチが、3月末から10月末まで最高気温が30℃前後まで

上昇する地域での生育量が懸念されたためとも思われる。

しかし、短期間の冬季における気温はヘアリーベッチの生育に適したものであり、今後の環境保全的高収益型作付体系の構築を目指す際に、ヘアリーベッチの利用可能性は検討に値すると考えている。

はじめに、亜熱帯地域におけるヘアリーベッチの生育量、窒素固定量の推移と気温との関係を、同様の試験が行われた神戸での結果を用いて、温帯地域のものと比較して紹介する(鬼頭ら 2004, Fajri et al 2009a)。

図-1 に示すように、温帯地域では10月に播種した場合、生育速度の低い初期生育時に気温が低く、冬季の生育は停滞し、3月から開花期の5月まで生育速度が高まるが、亜熱帯地域では11月に播種した後、1ヶ月間程度は初期生育時であるため生育速度は高くないが、1月から4月まで

直線的に生育量が高まる。このような現象は気温の違いが大きいことは言うまでもない。本試験を行った期間の沖縄(那覇市)の気温は過去30年の気温の推移と比較して2月の平均気温が高く推移していたが、ほぼ平年並みと考えられる(図-2)。冬季の最低気温は10℃～15℃、最高気温は20℃～25℃であり、ヘアリーベッチの生育にとって望ましい気温で推移していた。

なお、データは示さないが、亜熱帯域におけるホワイトクローバとアルファルファさらに雑草ではあるがカラスノエンドウとスズメノエンドウの生育量も同時に調査したが、ヘアリーベッチの生育量は著しく高く、亜熱帯地域での冬季マメ科植物の中でも有望であると判断される。この試験は、ヘアリーベッチ栽培の供試土壌が異なり、単年度の試験であるため明確ではないが、亜熱帯地域においてもヘアリーベッチは緑肥やカバークロップとして利用可能であると思われる。

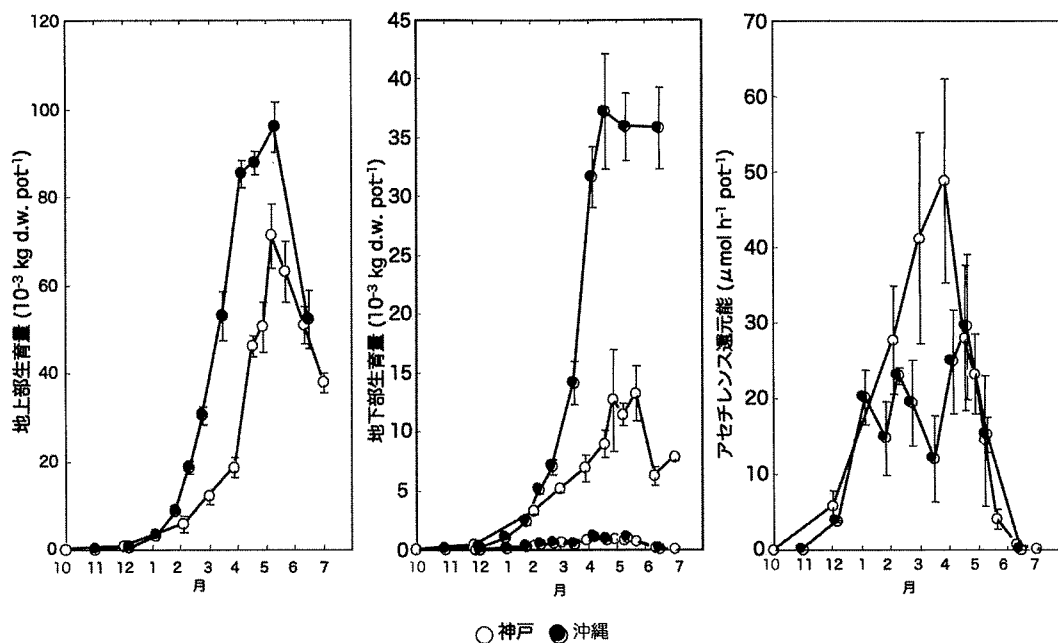


図-1 ヘアリーベッチ栽培期間中の亜熱帯域(沖縄)と温帯域(神戸)の生育量および窒素固定量

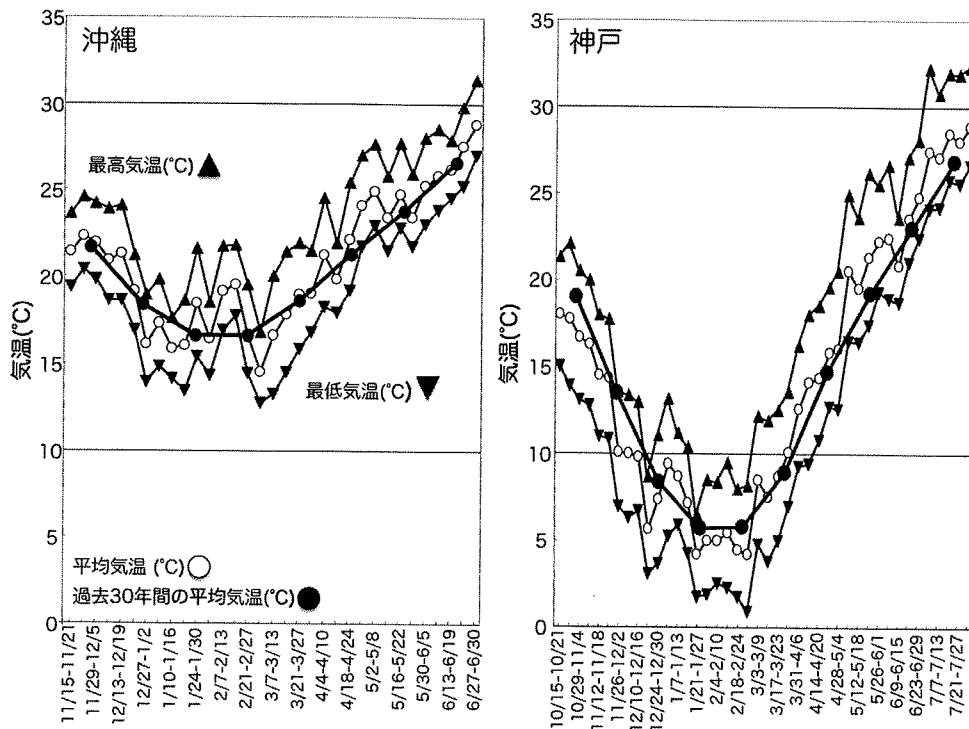


図-2 ヘアリーベッチ栽培期間中の亜熱帯域（沖縄）と温帯域（神戸）の気温の推移

3. 亜熱帯地域におけるヘアリーベッチの播種時期と収穫時期

亜熱帯地域におけるヘアリーベッチの適切な播種時期と収穫時期を明らかにするために、播種時期を10月～12月に、収穫時期を2月～5月としたポット栽培試験および圃場試験を行った(Fajri et al 2009b)。

ポット栽培試験の結果、2月から3月では栽培期間が長い10月播種がバイオマスおよび窒素、リン、カリウム吸収量が最も高かった(図-3、図-4)。しかし、4月では12月播種でも10月～11月播種に比べてやや低下するものの同程度のバイオマスと窒素、リン、カリウム吸収量が得られた。また、無施肥で栽培を行った圃場試験の結果もポット試験の結果とほぼ同様の傾向が認められ(図-5、図-6、図-7)、2月～4月に収穫した

場合の12月播種では10月播種に比べてバイオマスは低下したが、4月に収穫した場合には各種養分吸収量に有意な低下は認められなかった。なお、3月収穫の場合の乾物重および窒素吸収量は、10月播種では400g/m²および14g/m²、12月播種では260g/m²および10g/m²であった。これらのことから、亜熱帯域ではヘアリーベッチの播種時期や収穫時期は、前後の作付けや後作物の養分要求量に応じて、幅広く設定することが可能であり、作付体系を検討する上でも温帯地域や冷帯地域以上に利用可能性が高いと思われる。

4. ヘアリーベッチの耐酸性、特に低リン耐性

亜熱帯から熱帯地域には酸性土壌が広く分布しており、そこでの利用する植物には耐酸性を有することが求められる。また、沖縄には酸性からア

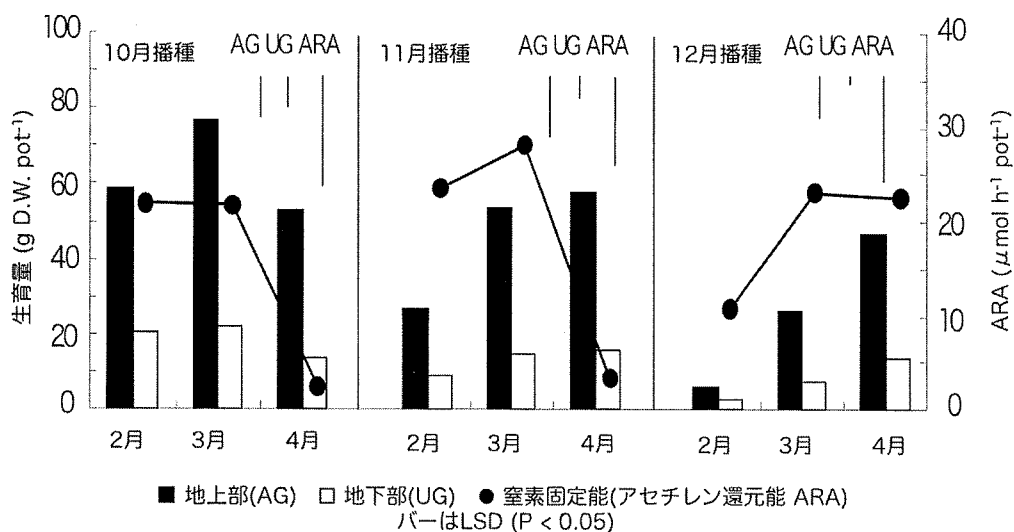


図-3 播種時期と収穫時期を異にしたヘアリーベッチの生育量および窒素固定能

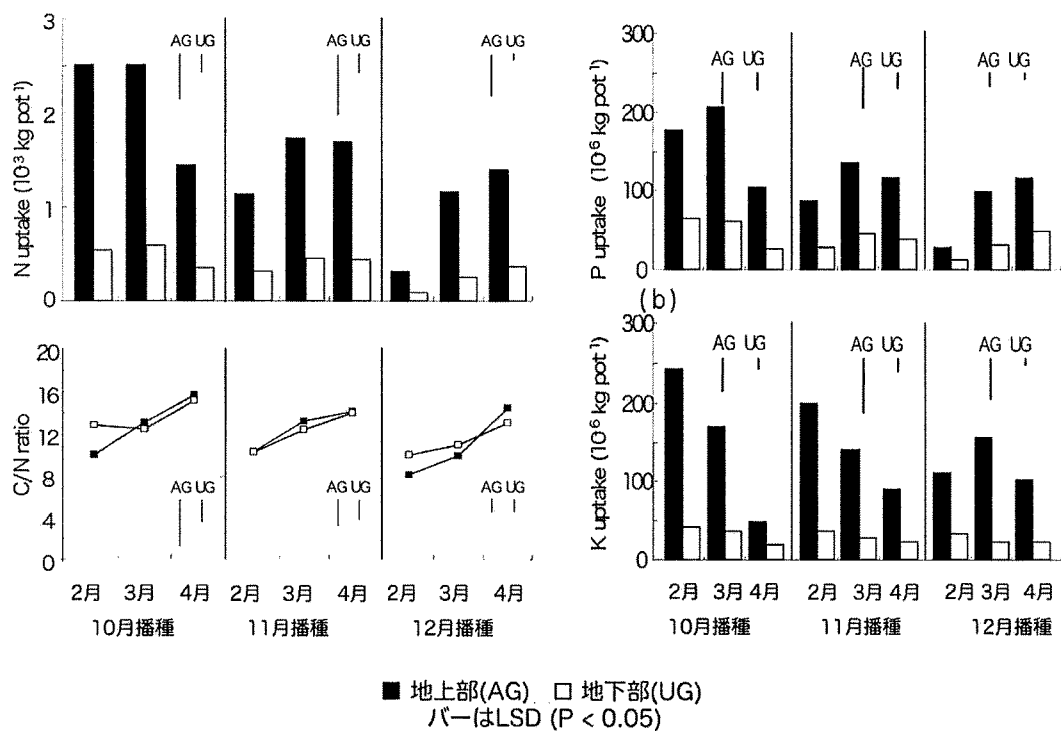


図-4 播種時期と収穫時期を異にしてポット栽培したヘアリーベッチの各種養分吸収量

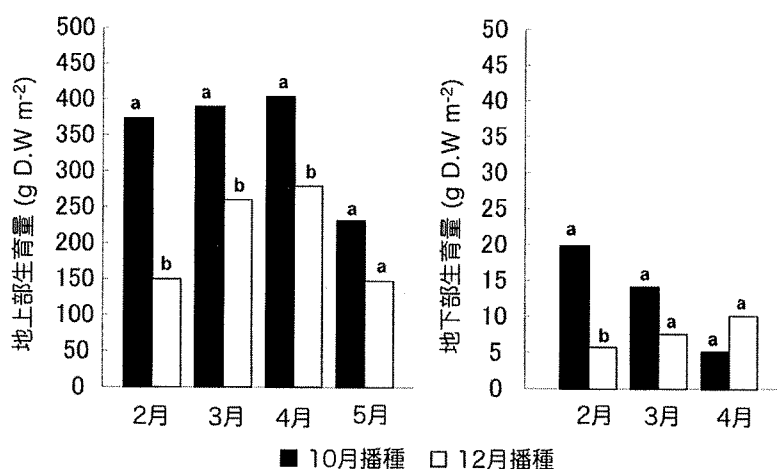


図-5 10月と12月に無施肥で圃場栽培したヘアリーベッチの生育量の推移

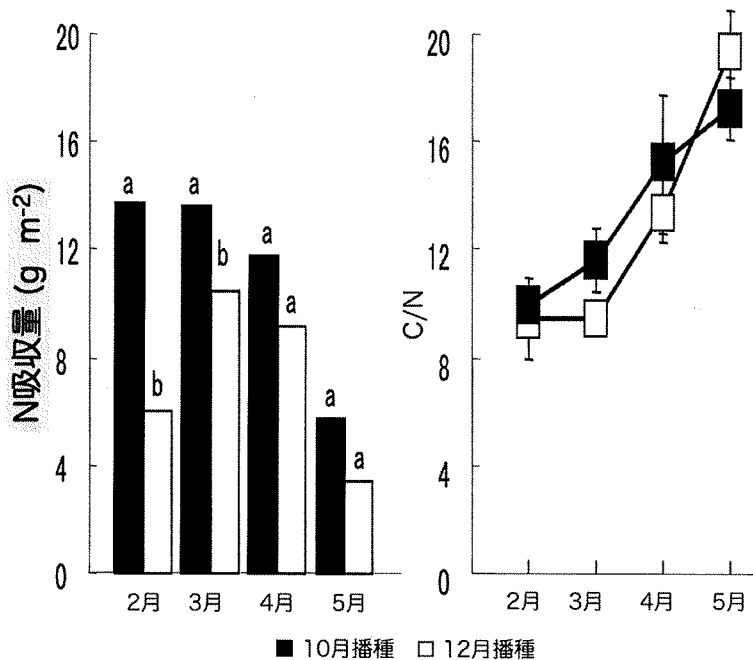


図-6 10月と12月に無施肥で圃場栽培したヘアリーベッチの窒素吸収量およびC/Nの推移

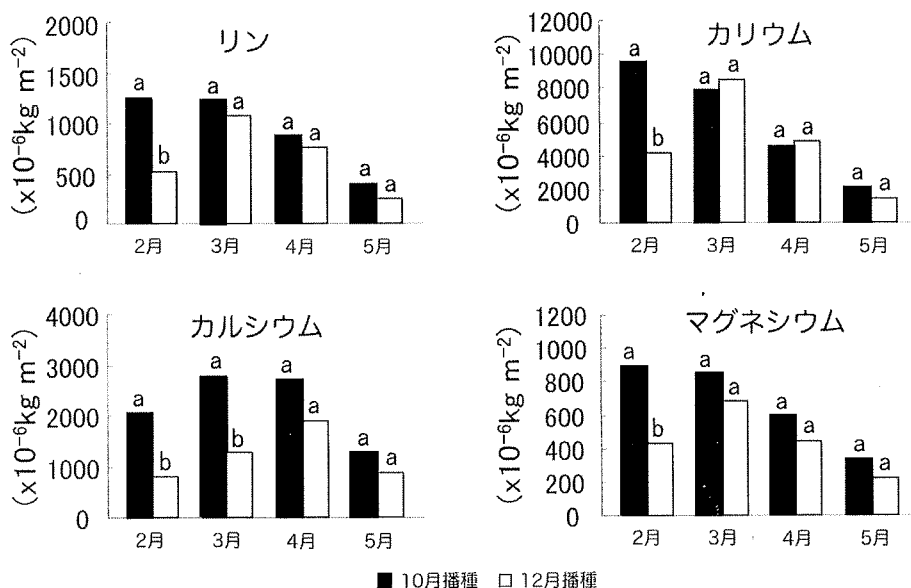


図-7 10月と12月に無施肥で圃場栽培したヘアリーベッチの各種成分吸収量の推移

ルカリ性までの様々な土壌が分布しており、沖縄で国頭マージと呼ばれる酸性の赤色土も分布している。この赤色土は多くの作物生育が不良であり、ここで良好に生育する作物は沖縄に限らず、有機物の少ない酸性土壌が分布する亜熱帯や熱帯地域での利用可能性が高いと考えられる。

そこで、ヘアリーベッチの耐酸性のうち低リン耐性の調査および沖縄各種土壌における生育量の比較を行った。

低リン耐性の調査にはリン酸吸収係数が高く、施肥リンがA1型で固定される特徴のある赤玉土を用い過リン酸石灰で施肥してリン適量区とリン

欠乏区を設け、4種のクローバ(ホワイタクローバ、レッドクローバ、クリームソクローバおよびピンククローバ)とヘアリーベッチ、レンゲ、カラスノエンドウおよびスズメノエンドウを栽培した。その結果、表-1および図-8に示すように、ヘアリーベッチはリン適量区と欠乏区とも生育量が最も高く、適量区を基準にした欠乏区の生育量の低下度合も最も小さく、低リン耐性が強いと考えられた(Fajri et al 2010)。また、我が国で古くから利用されているレンゲはリン適量区においても生育量が低く、亜熱帯地域での利用可能性が低いことも明らかである。

表-1 リン酸施肥量を異にして赤玉土で栽培した各種マメ科作物の生育量および窒素固定能

	地上部 (g/pot)		地下部 (g/pot)		アセチレン還元能($\mu\text{mol/h/pot}$)	
	リン適量区	リン欠乏区	リン適量区	リン欠乏区	リン適量区	リン欠乏区
ホワイタクローバ	4.6	1.2	1.6	0.7	18.4	6.2
レッドクローバ	4.3	1.7	2.4	1.3	11.1	5.2
ピンククローバ	6.1	2.9	2.1	1.5	8.5	4.0
クリームソクローバ	7.0	4.5	2.4	2.2	10.9	7.4
ヘアリーベッチ	12.6	8.3	3.6	3.5	13.1	10.9
カラスノエンドウ	5.5	2.0	1.9	1.4	11.3	10.0
スズメノエンドウ	3.3	1.5	1.0	0.6	3.1	5.6
レンゲ	2.0	0.6	1.5	0.7	0.0	0.0

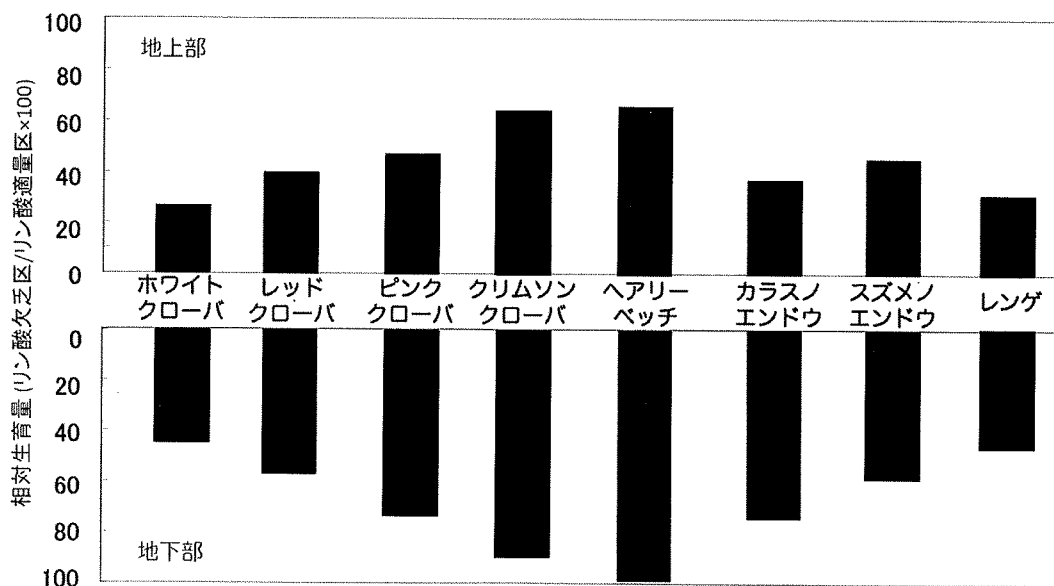


図-8 リン酸適量区を基準にしたリン酸欠乏区の相対生育

また、リン適量区において11月に播種して2月～4月まで栽培した4種クローバとヘアリーベッチの生育量を比較するとヘアリーベッチで最も高く、窒素、リンおよびカリウム吸収量もヘアリーベッチで高まる結果が得られた(図-9)。クローバの中ではピンククローバが生育量や養分吸収量がヘアリーベッチと同程度に高かったが、ピンククローバは低リン耐性が強くなかった。

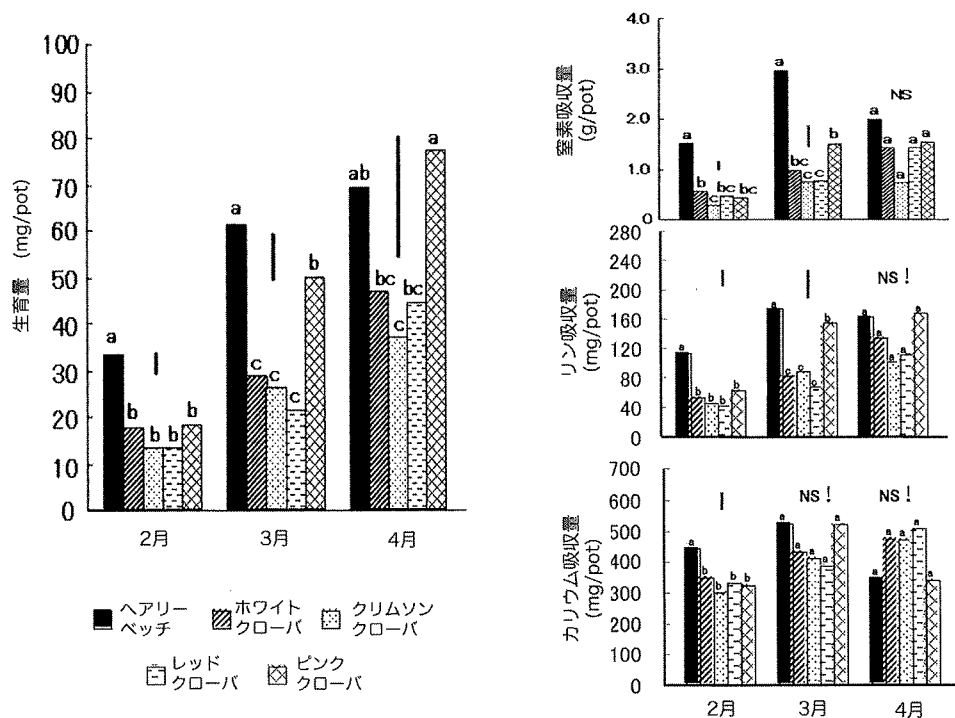
さらに、代表的な沖縄土壌である酸性の黄色土(国頭マージ)と赤色土(国頭マージ)、中性の暗赤色土(島尻マージ)、アルカリ性の灰色台地土(ジャール)を2m×2.4m、深さ2mの無底枠に充填した枠圃場を用い、無施肥でヘアリーベッチを栽培した結果、ヘアリーベッチは酸性の赤色土においても比較的良好的な生育を示し、地上部の乾物生産量は400g/m²が得られた(図-10)。したがって、ヘアリーベッチは気候的な特徴に加え、土壌環境を考慮しても亜熱帯地域で緑肥やカバークロップとしてクローバ類より利用性が高いと考えている。

5. 亜熱帯地域での利用可能性

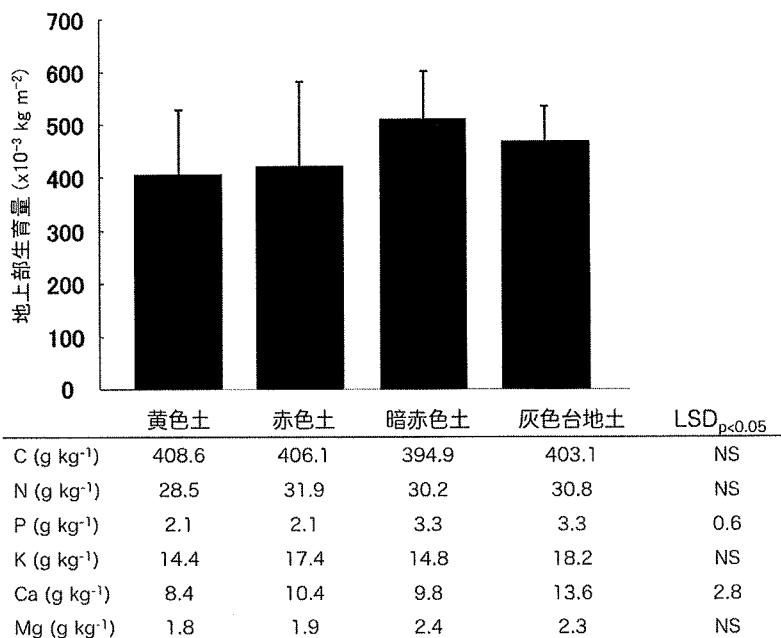
5-1 土壌肥沃度向上効果

ヘアリーベッチ作付の有無およびヘアリーベッチ栽培後の耕起の有無による土壌表層から10cm深の無機態窒素の動態を調査した結果、ヘアリーベッチ作付区では栽培期間中においても無作付け区に比べて無機態窒素含有量が大きく推移し、施用後にはその傾向がさらに強まっていた。また、ヘアリーベッチを開花期に耕起に伴いすぎ込んだ場合よりも枯死した後不耕起にした場合で可給態窒素含有量は顕著に高まった。このことは、栽培期間中においてもヘアリーベッチが固定した窒素が下葉の脱落(リター)によりインプットされることや、不耕起区では表層に枯死したヘアリーベッチが集積するだけでなく、その分解も耕起区に比べて遅くなるため梅雨時期の沖縄で溶脱の軽減があったとも考えられる(Fajri et al 2009b, Fajri et al 投稿中)。

なお、有効態リン酸はヘアリーベッチが完全に枯死した後の6月～8月にヘアリーベッチ作付区



図－9 リン酸適量区で栽培したヘアリーベッチおよびクローバ類の地上部生育量および養分吸収量



図－10 沖縄各種土壌で無施肥栽培したヘアリーベッチ生育量および各種成分含有量

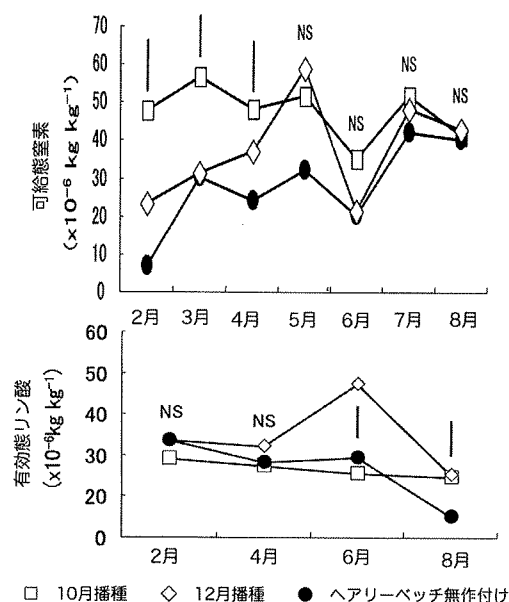


図-11 10月と12月に無施肥でヘアリーベッチを栽培した圃場土壌の可給態窒素および有効態リン酸含有量の推移

で高まっており、リンは窒素よりやや遅れて放出してリン酸肥沃度の改善にも効果があることも示唆された(図-11)。

また、写真-1に示すように、通常の施肥を行い、耕起栽培したデントコーンの生育量に比べ、ヘアリーベッチを栽培後、施肥量を半減した不耕起栽培した場合に著しく増大した(南雲 2007)。



写真-1 通常施肥をして耕起栽培(左側)およびヘアリーベッチ栽培後に半量施肥で不耕起栽培(右側)したデントコーンの生育状況

5-2 雑草防除効果

沖縄を含む亜熱帯地域では植物生育上の冬が存在しないため、いわゆる冬季においても雑草の生育が旺盛である。とくに、教害雑草であるアワユキセンダングサは通年開花し栄養繁殖能も高く防除困難な雑草である。冬季にカバークロップとしてヘアリーベッチを栽培することは、アワユキセンダングサをはじめとする雑草防除に効果できであると考え、上述した圃場試験の際には定期的に雑草発生量の調査も行った。

ヘアリーベッチ生育期間中はほぼ完全に土壌を被覆して雑草を防除し、不耕起栽培を想定した場合には、枯死した後も敷き藁状になり雑草防除能は維持された(図-12)。しかし、枯死したヘアリーベッチの分解は亜熱帯地域では早く、5月下旬から6月上旬にかけて雑草防除能は急激に低下した(Fajri et al 2009b)。一方、すき込みによる耕起栽培を想定した場合には、土壌被覆による遮蔽効果はなく、さらにヘアリーベッチの急激な分解による各種成分の放出による土壌肥沃度が高まるために雑草発生量はヘアリーベッチ無作付け区より顕著に高まった(図-13)(Fajri et al 投稿中)。したがって、ヘアリーベッチを緑肥やカバークロップとしての利用は、雑草防除機能に注目した場合には不耕起栽培でより効果的と考えられる。

また、沖縄では、梅雨時期や台風時ほどではないが、冬季においても比較的降水量が多く、エロージョンが起こりうる。エロージョン防止の観点からもヘアリーベッチの不耕起による利用は有効であると考えている。今後、ヘアリーベッチの緑肥やカバークロップとしての高いポテンシャルを有効に利用した亜熱帯地域における作付体系の検討が必要である。特に、低収益作物が基幹作物となっている沖縄では、高収量でなく高収益型の作付体系に利用し得るかを早急に検討する必要がある。

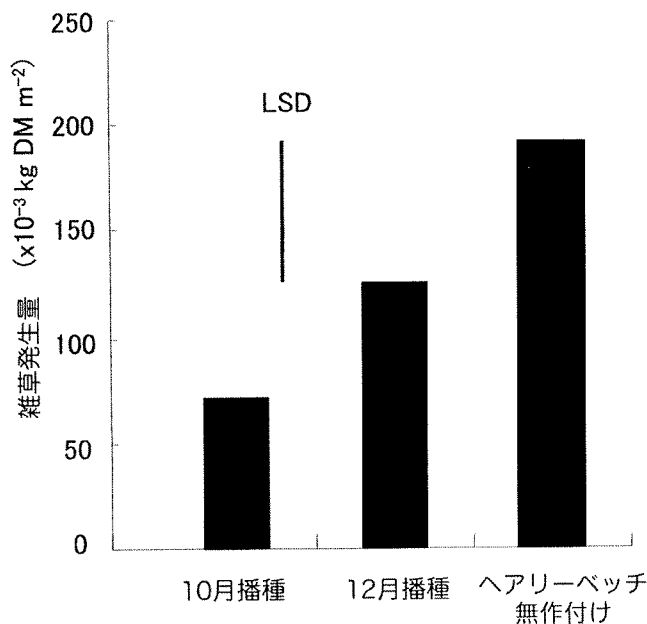


図-12 10月と12月に無施肥でヘアリーベッチを栽培した圃場の雑草発生量

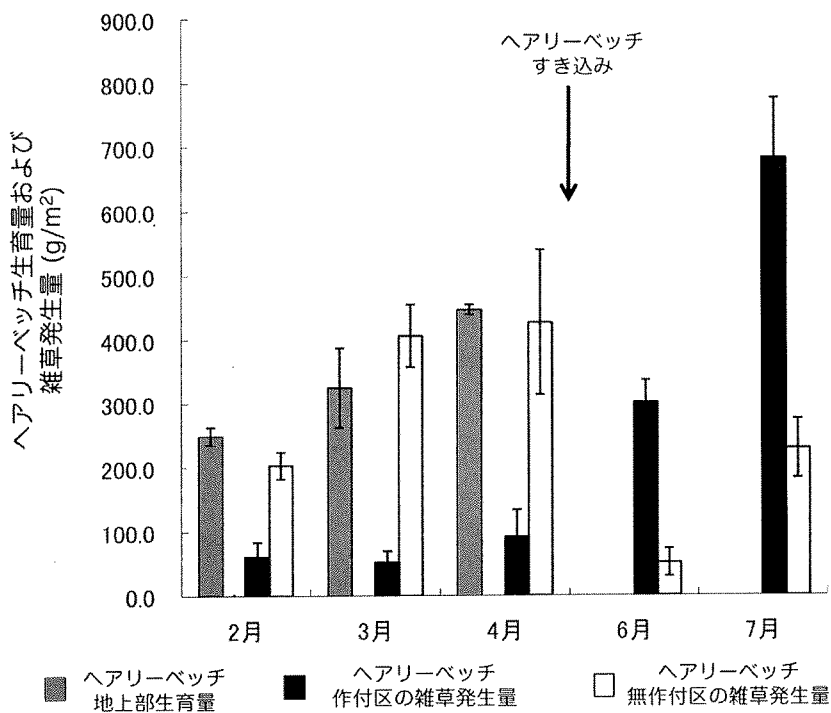


図-13 ヘアリーベッチの生育量およびヘアリーベッチ栽培中とすき込み施用後に発生した圃場の雑草発生量

5-3 リスク評価

ヘアリーベッチは帰化植物であり、雑草化や生態系へのインパクトを調査する必要も残されている。沖縄で栽培したヘアリーベッチは、年によって種子形成時期は異なるが、4月中下旬から5月上旬に種子が結実する。しかし、この種子を発芽試験に供したが、ほとんど発芽しないことを確認している。沖縄では通常5月上旬には梅雨入りし、気温も高くなっている。そのため、カビが生えやすい状況にあり、発芽能力のある種子を生産する可能性はあるが、表面からカビが生えたものと考えている。また、複数年のヘアリーベッチ栽培試験を行っている沖縄本島と石垣島の圃場でヘアリーベッチが次シーズンに発生することは確認していない。したがって、雑草化の問題はないと考えている。

沖縄は、東京都と鹿児島県の一部を除き、我が国で唯一亜熱帯地域に分布する県である。その意味で他の地域で行われたリスク評価をそのまま適用することができない。したがって、ヘアリーベッチの導入に限らず、沖縄におけるリスク評価は必要不可欠である。また、沖縄での評価結果は亜熱帯域に属する他の国や地域への参考にもなり得る。これらの点に関しては、雑草化だけでなく、昆虫相を中心にした植生と生物相に及ぼす影響について今後の詳細な調査が残されている。

引用文献

- 神山和則・寶示戸雅之・佐々木寛幸・宮路広武 (2003) 農業統計メッシュデータを用いた養牛に起因する水系への窒素負荷量の推定. 日本土壌肥科学雑誌 74(4), 425?433
- 織田健次郎 (2006) わが国の食飼料システムにおける 1980 年代以降の窒素動態の変遷. 日本土壌肥科学雑誌 77(5), 517?524
- 鬼頭誠・後藤圭・内田直次 (2004) ヘアリーベッチの生育と窒素固定能の推移および施用効果. 日本作物学会紀事 73 (別号 2), 334?335
- FAJRI ANUGROHO, MAKOTO KITOU, FUJIO NAGUMO, KAZUTOSHI KINJO and YOSHIHIRO TOKASHIKI (2009a) Growth, nitrogen fixation, and nutrient uptake of hairy vetch as a cover crop in a subtropical region. Weed Biology and Management 9, 63 ~ 71
- FAJRI ANUGROHO, MAKOTO KITOU, FUJIO NAGUMO, KAZUTOSHI KINJO and YOSHIHIRO TOKASHIKI (2009b) Effect of the sowing date on the growth of hairy vetch (*Vicia villosa*) as a cover crop influenced the weed biomass and soil chemical properties in a subtropical region. Weed Biology and Management 9, 129 ~ 136
- Fajri ANUGROHO¹, Makoto KITOU, Fujio NAGUMO, Kazutoshi KINJO, G.Y. JAYASINGHE (2010) Potential growth of hairy vetch as a winter legume cover crops in subtropical soil conditions. Soil Science and Plant Nutrition 56, 254?262
- Fajri Anugroho and Makoto Kitou (Submming) The Effect of Live Hairy Vetch and Its Incorporation on Weed Growth in a Subtropical Region. Weed Biology and Management
- 南雲不二男 (2007) アフリカの農業生産性向上を目指して: 多くの利点を有するマメ科作物後の不耕起栽培. 農業技術 62, 21 ~ 25