

# 沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立

## (1) イタリアンライグラスおよびエンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分に関する調査

栗田夏子 荷川取秀樹

### I 要 約

イタリアンライグラス極早生品種「ヤヨイワセ」「さちあおば」、早生品種「きららワセ」およびエンバク超極早生品種「ウルトラハヤテ韋駄天」について、10aあたり肥料成分でN、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ が各10kgの区と各8kgの区を設け栽培し、生育と成分について調査したので報告する。

結果は以下のとおりであった。

1. イタリアンライグラスおよびエンバクともに、施肥量の違いによる収量の大きな差はみられなかった。
2. イタリアンライグラスおよびエンバクともに、乾物中の硝酸態窒素濃度およびK/(Ca+Mg)当量比が、一般的な基準とされる値より高くなる場合があった。
3. イタリアンライグラスにおける、刈り取り時の乾物中の硝酸態窒素濃度および土壌ECの関係については、やや弱い相関がみられた。

今後、Nおよび $K_2O$ について、施肥量の検討が必要と思われる。

### II 緒 言

沖縄県では、亜熱帯の気象条件を生かした暖地型牧草の多年利用が盛んであるが、冬季には生育が緩慢になることから、寒地型牧草の利用が検討されている。本県は温暖な気候のため、寒地型牧草のイタリアンライグラスやエンバクでは、いもち病や冠さび病が発生しやすいが、近年抵抗性品種が作出されていることから、利用の拡大が期待できる。現在市販されているいもち病や冠さび病の抵抗性品種は、極早生品種や早生品種が多く、冬季の早い段階から収穫できることから、本県での利用に向いていると考えられる。

しかし、イタリアンライグラスやエンバクは、硝酸態窒素濃度が高くなりやすい草種として知られている<sup>1)</sup>が、本県における施肥量と牧草中の硝酸態窒素濃度に関する研究はまだ少ない。そこで安全安心に利用できる自給飼料生産の拡大のために、施肥量と乾物中成分について調査したので報告する。

### III 材料および方法

#### 1. 極早生イタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

##### 1) 試験期間

2018年11月2日に播種をし、2019年3月28日の3番草まで調査を行った。

##### 2) 試験地および供試圃場の土壌条件

沖縄本島北部の沖縄県畜産研究センター内の圃場で、土壌は国頭マージの細粒赤色土である。

##### 3) 供試品種・系統

極早生品種の「さちあおば」および「ヤヨイワセ」を用いた。

##### 4) 1区面積および区制

1区条間0.3m×5条×3m=4.5㎡、3反復、乱塊法を用いた。

それぞれの品種について施肥量を10aあたりN、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ を各10kg施用する区(10kg区)および各8kg施用する区(8kg区)を設けた。

##### 5) 耕種概要

##### (1) 播種量および播種法

1.5kg/10a を条播した。

## (2) 施肥量および施肥法

10kg 区は基肥として 10a あたり肥料成分で N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O を各 10kg 施用し、刈り取り後の追肥として N, K<sub>2</sub>O を各 10kg 施用した。

8kg 区は基肥として 10a あたり肥料成分で N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O を各 8kg 施用し、刈り取り後の追肥として N, K<sub>2</sub>O を各 8kg 施用した。

肥料は、N は尿素、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> は苦土重焼燐、K<sub>2</sub>O は塩化カリを用いた。

基肥は播種後に、追肥は刈り取り後に土壌表面に 1 条ごとに散布した。

植付前に堆肥は施用しなかった。

## 6) 調査項目及び方法

### (1) 調査項目

生育調査は、刈り取り時の病害程度、倒伏程度、草丈、生草収量、乾物収量、乾物率について調査した。

成分については、乾物における硝酸態窒素濃度および K, Ca, Mg 含有量を計測し、K/(Ca+Mg) 当量比を算出した。

### (2) 調査方法

刈取調査面積は、1 区あたり中央部 0.3m×3 条×2m の 1.8 m<sup>2</sup>とした。

生育調査は 1 番草は出穂始め、2 番草および 3 番草は出穂期を目安に 2 品種同時に刈り取り高 5cm で行った。

硝酸態窒素濃度は、生葉を 70°C で 2 日以上通風乾燥したものを粉砕器で粉砕し 1 mm のふるいでふるった試料を、H<sub>2</sub>O で希釈し RQ フレックス (Merck 社製) で硝酸態窒素濃度を測定した。K, Ca, Mg については、同様に乾燥粉砕した試料を圧縮機で厚さ約 3 mm 以上となるようタブレット状に成型した試料をエネルギー分散型蛍光 X 線装置において真空条件下で各元素の含有率の測定を行った。

## 2. 早晩生の違うイタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

### 1) 試験期間

2018 年 11 月 25 日に播種をし、2019 年 4 月 15 日までのそれぞれ 2 番草まで調査を行った。

### 2) 試験地および供試圃場の土壌条件

試験 1 と同様である。

### 3) 供試品種・系統

極早生品種「ヤヨイワセ」および早生品種「きららワセ」を用いた。

### 4) 1 区面積

1 区条間 0.3m×5 条×3m=4.5 m<sup>2</sup>, 3 反復, 乱塊法を用いた。

それぞれの品種について試験 1 と同様に 10kg 区および 8kg 区を設けた。

### 5) 耕種概要

#### (1) 播種量および播種法

1.5kg/10a を条播した。

#### (2) 施肥量および施肥法

試験 1 と同様に行った。

## 6) 調査項目及び方法

### (1) 調査項目

試験 1 と同様に行った。

### (2) 調査方法

刈取調査面積は、1 区あたり中央部 0.3m×3 条×2m の 1.8 m<sup>2</sup>とした。

生育調査は、それぞれの品種ごとに 1 番草は出穂始め、2 番草は出穂期を目安に刈り取り高 5cm で行った。

硝酸態窒素濃度および K, Ca, Mg については、試験 1 と同様に行った。

## 3. 超極早生エンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

### 1) 試験期間

2018 年 12 月 4 日に播種をし、2019 年 2 月 12 日まで調査を行った。

### 2) 試験地および供試圃場の土壌条件

試験1と同様である。

### 3) 供試品種・系統

極早生品種「ウルトラハヤテ韋駄天」を用いた。

### 4) 1区面積

1区条間0.3m×5条×3m=4.5㎡, 3反復, 乱塊法を用いた。

試験1と同様に施肥量が10kg区および8kg区を設けた。

さらに生育ステージにより, 出穂始め期刈り区と出穂期刈り区を設けた。

### 5) 耕種概要

#### (1) 播種量および播種法

8kg/10aを条播した。

#### (2) 施肥量および施肥法

10kg区は基肥として10aあたり肥料成分でN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>Oを各10kg施用した。

8kg区は基肥として10aあたり肥料成分でN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>Oを各8kg施用した。

肥料は, Nは尿素, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は苦土重焼燐, K<sub>2</sub>Oは塩化カリを用いた。

施肥は播種後に土壌表面に1条ごとに散布した。

植付前に堆肥は施用しなかった。

### 6) 調査項目及び方法

#### (1) 調査項目

試験1と同様に行った。

#### (2) 調査方法

刈取調査面積は, 1区あたり中央部0.3m×3条×2mの1.8㎡とした。

調査は刈り取り高5cmで行った。

硝酸態窒素濃度およびK, Ca, Mgについては, 試験1と同様に行った。

### 4. イタリアンライグラスにおける刈り取り時の土壌のECと成分の調査

試験1および2において, 刈り取り直後の各区4カ所の土壌を表面0.5cm程度を取り除いた後, 深さ5cmとなるように土壌を採取, 混和したものを各区の試料とした。採取した土壌は, 風乾または30℃の温風乾燥機内で乾燥し, 塊を砕いた後2mmのふるいでふるった。

上記で得られた30区の試料について, 土壌のECを電気伝導率計で測定し, 各区の刈り取り時の植物体乾物中の硝酸態窒素濃度との関係について相関を求めた。

## IV 結果および考察

### 1. 気象概況

月の天候を平年と比較した気象概況は以下のとおりであった<sup>2)</sup>

11月は, 気温はやや高く, 日照時間やや多く, 降水量は平年並みであった。

12月は, 気温は高く, 日照時間は少なく, 降水量はやや多かった。

1月は, 気温は高く, 日照時間は平年並みで, 降水量はかなり少なかった。

2月は, 気温はかなり高く, 日照時間はやや少なく, 降水量はやや少なかった。

3月は, 気温は高く, 日照時間はやや多く, 降水量は平年並みであった。

4月は, 気温はやや高く, 日照時間は平年並みで, 降水量は少なかった。

### 2. 極早生イタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

#### 1) 刈取り調査時期

播種日および調査日を表1に示した。

表1 播種日および調査日

播種日	1番草	2番草	3番草
2018年11月2日	2019年1月10日	2019年2月27日	2019年3月28日

## 2) 病害程度

いずれの品種も、調査期間中の刈取り時に、いもち病、冠さび病の発生は認められなかった。

## 3) 生育調査

生育調査結果を表2に、成分調査結果を表3に示した。

表2 生育調査

調査日	刈取り時期	品種	施肥量	倒伏程度 1~9	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
2019年1月10日	1番草 出穂始	ヤヨイワセ	8kg区	1.0	79	2741	290	10.6
			10kg区	1.0	79	2870	311	10.8
		さちあおば	8kg区	1.0	79	2741	289	10.5
			10kg区	2.3	77	2722	280	10.3
2019年2月27日	2番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	1.0	98	2611	320	12.3
			10kg区	1.0	100	2667	303	11.4
		さちあおば	8kg区	1.0	99	2278	280	12.3
			10kg区	1.0	91	2445	253	10.4
2019年3月28日	3番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	1.0	80	2222	308	14.0
			10kg区	1.0	81	2333	312	13.4
		さちあおば	8kg区	1.0	73	1945	264	13.7
			10kg区	1.0	75	2130	272	12.8

表3 成分調査

調査日	刈取り時期	品種	施肥量	硝酸態窒素 濃度 (ppm)	K	Mg	Ca	K/(Ca+Mg) 当量比
2019年1月10日	1番草 出穂始	ヤヨイワセ	8kg区	1310 ± 321	5.5	0.3	0.7	2.5
			10kg区	1269 ± 334	5.7	0.3	0.7	2.5
		さちあおば	8kg区	2019 ± 679	6.1	0.3	0.7	2.7
			10kg区	2840 ± 972	6.3	0.3	0.6	2.8
2019年2月27日	2番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	438 ± 183	5.1	0.3	0.7	2.3
			10kg区	1382 ± 373	5.2	0.3	0.7	2.4
		さちあおば	8kg区	921 ± 228	4.9	0.2	0.7	2.5
			10kg区	1635 ± 357	6.0	0.3	0.7	2.6
2019年3月28日	3番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	248 ± 98	4.7	0.3	0.7	2.1
			10kg区	551 ± 138	5.1	0.2	0.8	2.2
		さちあおば	8kg区	366 ± 180	4.9	0.3	0.8	2.1
			10kg区	768 ± 263	5.3	0.3	0.8	2.2

注) 硝酸態窒素濃度は、平均値±標準偏差

収量は、品種の比較では、施肥量にかかわらず、3番草までの合計の生草収量および乾物収量ともに、「ヤヨイワセ」の方が「さちあおば」より高かった。

施肥量が10kgの区と8kgの区の比較では、「ヤヨイワセ」「さちあおば」とともに生草収量、乾物収量に大きな差は認められず、10kg区の方が8kg区より低い場合も認められた。

また、硝酸態窒素濃度は、1番草では「ヤヨイワセ」「さちあおば」の8kg区、10kg区ともに、アメリカで一般的に用いられるガイドライン<sup>3)</sup>で安全とされる1,000ppmを上回った。2番草では、「ヤヨイワセ」「さちあおば」とともに10kg区で1,000ppmを上回った。3番草ではいずれの品種でも1,000ppmを下回った。

イタリアンライグラスの硝酸態窒素濃度には品種間差異のあることが報告されており<sup>1)</sup>、「ヤヨイワセ」と「さちあおば」の比較では、「さちあおば」の方が硝酸態窒素濃度が高い傾向があった。また、それぞれの品種では8kg区より10kg区の方が高い傾向があった。

K/(Ca+Mg)当量比は、一般に2.2以内に抑えることが目標とされている<sup>1)</sup>が、「ヤヨイワセ」および「さちあおば」とともに1番草および2番草ではこの値を上回っており、3番草でもほぼ2.2となった。K/(Ca+Mg)当量比についても「ヤヨイワセ」より「さちあおば」が高い傾向があった。

施肥による乾物収量の増加が特に認められず、硝酸態窒素濃度およびK/(Ca+Mg)当量比が一般的な基準より高い1番草や2番草では、NやK<sub>2</sub>Oの施肥量に検討が必要と思われた。

### 3. 早晚生の違うイタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

#### 1)刈取り調査時期

播種日および調査日を表4に示した。

表4 播種日および調査日

品種	播種日	1番草	2番草
ヤヨイワセ	2018年11月25日	2019年3月5日	2019年3月27日
きららワセ		2019年3月28日	2019年4月15日

#### 2)病害程度

きららワセの2番草でムギダニおよびいもち病の発生がみられたが、その他ではいずれの品種および時期でも、病害虫の発生は認められなかった。

#### 3)生育調査

生育調査結果を表5に、成分調査結果を表6に示した。

表5 生育調査

品種	調査日	刈取り時期	施肥量	倒伏程度 1~9	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
ヤヨイワセ	2019年3月5日	1番草 出穂始め	8kg区	1	75	1963	239	12.3
			10kg区	1	77	2241	265	12.0
	2019年3月27日	2番草 出穂期	8kg区	1	94	2556	459	18.1
			10kg区	1	106	2741	478	17.5
きららワセ	2019年3月28日	1番草 出穂始め	8kg区	1	77	2981	434	14.6
			10kg区	1	79	2870	442	15.4
	2019年4月15日	2番草 出穂期	8kg区	1	102	3463	590	17.1
			10kg区	1	105	3667	623	17.0

表6 成分調査

品種	調査日	刈取り時期	施肥量	硝酸態窒素濃度 (ppm)	K	Mg	Ca	K/(Ca+Mg)当量比
ヤヨイワセ	2019年3月5日	1番草	8kg区	130 ± 35	6.0	0.2	0.6	3.2
		出穂始め	10kg区	551 ± 448	6.2	0.2	0.6	3.3
	2019年3月27日	2番草	8kg区	29 ± 18	4.1	0.2	0.6	2.3
		出穂期	10kg区	69 ± 42	4.4	0.2	0.6	2.3
きららワセ	2019年3月28日	1番草	8kg区	56 ± 13	4.6	0.2	0.7	2.3
		出穂始め	10kg区	48 ± 10	4.5	0.2	0.7	2.3
	2019年4月15日	2番草	8kg区	62 ± 28	3.9	0.2	0.7	1.9
		出穂期	10kg区	56 ± 26	3.7	0.2	0.6	1.9

注) 硝酸態窒素濃度は、平均値±標準偏差

収量は、品種の比較では、刈り取り1回当たりの生草収量および乾物収量は「きららワセ」の方が高かった。しかし、「ヤヨイワセ」の2番草と「きららワセ」の1番草の刈り取り時期はほぼ同じ3月下旬で、この期間までの収量を比較すると「ヤヨイワセ」の1番草および2番草の合計の生草収量、乾物収量の方が「きららワセ」の1番草より高かった。

施肥量の比較では、「ヤヨイワセ」では、1番草2番草とも10kg区の方が生草収量および乾物収量が高かった。いっぽう、「きららワセ」では、1番草の生草収量は10kg区よりも8kg区の方が高かったが、乾物収量は1番草2番草とも10kg区が高かった。

また、硝酸態窒素濃度は、「ヤヨイワセ」の1番草の10kg区では、一部に1000ppmを超えるサンプルがあったが、平均すると1000ppm以下となり、その他の区も1000ppm以下であった。

いっぽうK/(Ca+Mg)当量比では、「きららワセ」の2番草を除き、2.2を超える値となり、K<sub>2</sub>Oの施肥量に検討が必要と思われた。

#### 4. 超極早生エンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

##### 1) 刈取り調査時期

播種日および調査日を表7示した。

表7 播種日および調査日

播種日	出穂始め期	出穂期
2018年12月4日	2019年2月12日	—

出穂期については、倒伏および冠さび病の病害程度が甚だしく、調査出来なかった。

##### 2) 病害程度

出穂始め期では、冠さび病の発生は認められなかった。

出穂期では、冠さび病の発生が甚大であった。

##### 3) 生育調査

生育調査結果を表8に、成分調査結果を表9に示した。

表8 生育調査

調査日	刈取り時期	施肥量	倒伏程度 1~9	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
2019年2月12日	1番草 出穂始め	8kg区	1	116	3241	397	12.4
		10kg区	1	120	3481	418	12.0

表9 成分調査

調査日	刈取り時期	施肥量	硝酸態窒素 濃度 (ppm)	K	Mg	Ca	K/(Ca+Mg) 当量比
2019年2月12日	1番草 出穂始め	8kg区	2032 ± 621	4.9	0.3	0.5	2.6
		10kg区	2904 ± 412	5.3	0.3	0.6	2.4

注) 硝酸態窒素濃度は、平均値±標準偏差

生草収量、乾物収量ともに、8kg区より10kg区の方が高かった。

硝酸態窒素濃度は、8kg区、10kg区ともに1,000ppmを上回り、10kg区の方が高かった。

いっぽう、K/(Ca+Mg)当量比は、8kg区、10kg区ともに2.2より高く、8kg区の方が高かった。

施肥による増収の効果は示唆されるものの、硝酸態窒素濃度およびK/(Ca+Mg)当量比が一般的な基準より高いことから、NやK<sub>2</sub>Oの施肥量に検討が必要と思われた。

また、エンバクでは、生育ステージが進むにつれて硝酸態窒素濃度が低下するという報告があるが<sup>4)</sup>、今回の試験では、出穂期には冠さび病および倒伏の被害が甚だしく収穫できなかったことから、本県においては、硝酸態窒素濃度を低減させるために一概に刈取りを遅らせることはできないと考えられた。

##### 5. イタリアンライグラスにおける刈り取り時の土壌のECと成分の調査

イタリアンライグラスにおける刈り取り時の植物体乾物中の硝酸態窒素濃度および土壌のECの関係を図1に示した。

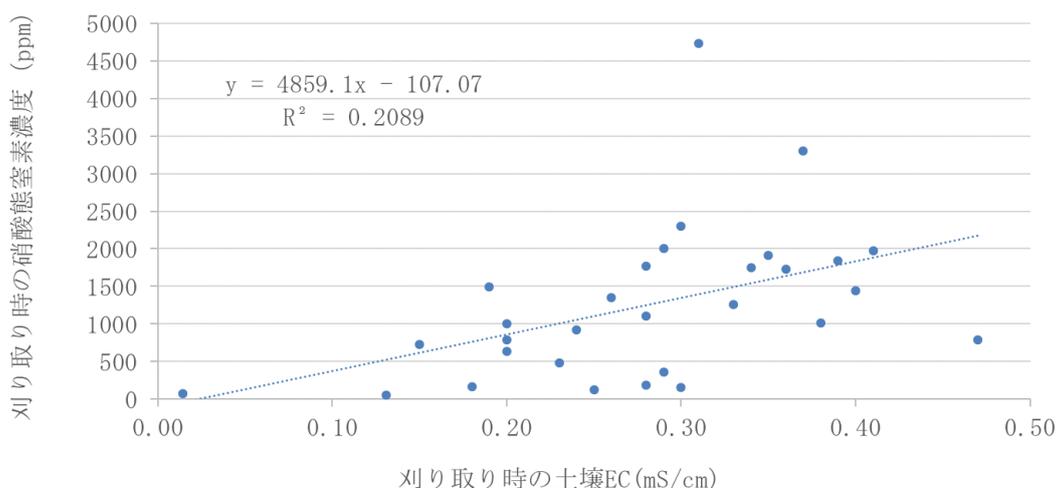


図1 イタリアンライグラスにおける刈り取り時の硝酸態窒素濃度および土壌ECの関係

イタリアンライグラスにおける刈り取り時の乾物中の硝酸態窒素濃度および土壌ECの関係について、やや弱い相関がみられた。また、土壌中のECが0.3mS/cm程度を超えると、乾物中の硝酸態窒素濃度が

1000ppm を超える事例が多いことが示唆された。

土壌の EC と土壌中の硝酸イオンには正の相関があるという報告がある<sup>5, 6, 7)</sup>。また硝酸態窒素は、飼料作物が土壌から吸収利用する主な窒素形態であり、植物体内で同化されるが、植物体内への窒素の供給量が同化量を上回ると作物体中に硝酸態窒素が蓄積すると考えられる<sup>1)</sup>。土壌の適正 EC は、土壌や作物の種類によって異なり<sup>7)</sup>、また植物の同化量は日照等で変化する<sup>1)</sup>が、土壌 EC と作物体中の硝酸態窒素濃度の関係について、今後さらに研究が必要と思われる。

今回の試験では、堆肥を施用せずに 10a あたり N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O について各 10kg の区と 8kg の区を設けたところ、イタリアンライグラス、エンバクともに硝酸態窒素濃度および K/ (Ca+Mg) 当量比が一般的な基準とされる値より高くなる場合があった。

本県のイタリアンライグラスおよびエンバクの施肥基準量は、堆きゅう肥 4000kg/10a, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O が各 10kg となっているが<sup>8)</sup>、これは土質や収量、品種の別がなく一般的な値である。生育期間が短く、刈り取り 1 回当たりの収量が比較的少ない極早生や超極早生の品種では、施肥量が過剰となる可能性がある。今後、N の施肥量について検討が必要と考えられた。しかし、イタリアンライグラスの「ヤヨイワセ」において、試験 1 では 1 番草および 2 番草の 10kg 区で硝酸態窒素濃度が高かったが、試験 2 では 1 番草 2 番草ともに低かった。牧草中の硝酸態窒素濃度が高くなる要因は、施肥量、収量、生育期間、日照、降水量、気温、生育ステージまたは品種等様々な要因が考えられ、今回の結果の原因は不明である。

K/ (Ca+Mg) 当量比については、イタリアンライグラス、エンバクともに高い傾向がみられた。それぞれの試験ごとの Ca および Mg の含量はほぼ一定で、K 含量が施肥量に応じて高くなっていることから、K<sub>2</sub>O の施用量について検討する必要があると思われる。

今後本県においてイタリアンライグラスおよびエンバクの生産を推進するためには、安全性の確保は重要と考えられる。しかし、硝酸態窒素濃度が高くなる要因は様々であり、寒地型牧草中の正確な硝酸態窒素濃度を計測するには時間と手間がかかることから、生産現場での迅速判定は困難である。

生産現場において、牧草中の硝酸態窒素濃度を推定するための手法の開発は重要であり、土壌の測定だけでなく、生葉での硝酸態窒素濃度の測定ならびに葉色などその他の手法での推定法についても、今後検討が必要であると思われる。

## V 引用文献

- 1) 自給飼料利用研究会編(2009)三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック, 一般社団法人日本草地畜産種子協会
- 2) 気象庁, 日本の天候の特徴と見通し, <http://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/>
- 3) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編(2009)日本飼養標準・肉用牛(2008年版), 136, 社団法人中央畜産会
- 4) 前田綾子・小野晃一・星一美・田澤倫子・片柳裕・千枝健一, 秋作エンバクの安定栽培技術の開発, [http://210.164.7.60/g70/press\\_etc/documents/1208414943956.pdf](http://210.164.7.60/g70/press_etc/documents/1208414943956.pdf)
- 5) 鈴木良則・宮下慶一郎・玉田ゆみ子(1991)pH と EC による簡易土壌診断法, 東北農業研究, **44**, 147-148
- 6) 八槇敦・篠田正彦・家壽多正樹・牛尾進吾・斉藤研二・押田智子・安西徹郎(2006)千葉県畑土壌における化学性の実態解析と土壌診断への適応, 千葉農総研研報, **5**, 87-93
- 7) 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎(1996)土壌診断の方法と活用, 社団法人農山魚村文化協会
- 8) 沖縄県畜産試験場(1999)牧草・飼料作物栽培の手引き, 54-56