

沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立

異なる窒素施肥条件におけるイタリアンライグラスの栽培試験

高江洲 齊 栗田 夏子* 平安山 英登

I 要 約

極早生品種であるイタリアンライグラス「さちあおば」(以下、It)における施肥試験を10aあたりの窒素施肥量を異なる条件(10kg, 8kgおよび6kg)でN10区, N8区およびN6区と試験区を設定し, 乾物収量, 粗タンパク質含有率(以下, CP含有率)および硝酸態窒素濃度(以下, NO₃濃度)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. 出穂始期におけるItの1~3番草の10aあたりの合計乾物収量はN8区が822kgと最も高い結果となったが, 各区間において有意差はみられなかった。出穂期についてはN6区およびN8区が734kg, N10区が730kgとなり, 開花期ではN10区が1160kg, N8区1119kg, N6区1087kgとなったが, 両ステージとも有意差はみられなかった。
2. CP含有率については出穂始期におけるN10区が1番草16.9%, 2番草19.5%および3番草19.0%となりN8区(1番草15.9%, 2番草17.6%, 3番草15.4%)より高い傾向を示し, 2番草はN6区-N10区間およびN6区-N8区間において有意差がみられた。3番草においてはN6区-N10区間およびN8区-N10区間のみ有意差がみられた。その他の収穫ステージおよび試験区間では有意差はみられなかった。
3. 出穂始期におけるNO₃濃度は窒素施肥量が高くなるにつれて上昇する傾向がみられ2番草においてはN6区-N8区以外の区間内では有意差がみられた。またN10区の3番草では1105ppmと牛へ給与制限が生じる1000ppmを超える結果となったが, 有意差はみられなかった。また出穂期および開花期のステージについても有意差はみられなかった。
4. 10aあたりの乾物収量に対する各試験区の費用対効果は出穂始期はN8区が29,943円と最も高い結果となり, 出穂期はN6区が32,575円および開花期はN6区が51,814円と最も高い結果となった。以上の結果から, 生産性を確保しつつ, NO₃濃度が抑える事ができるItの窒素施肥量は10aあたり6~8kg程度でも可能であることが示唆された。

II 緒 言

沖縄県では暖地型牧草の利用が中心であるが, 冬季においては収量が低下するため, 自給飼料不足の解決方法として県機関は肉用牛繁殖農家へ寒地型牧草に関する栽培指導を実施してきた。

いっぽう本県のItの施肥基準量は10aあたり窒素10kgとされているが¹⁾, 硝酸態窒素濃度が高い事例がみられることから, 牛への影響が懸念される。

また現在の施肥基準は数十年前から変更されておらず, 窒素施肥量の設定基準が不明となっており現在の栽培方法と適合していない可能性も考えられる。

そこで, Itの適正な窒素施肥量を検討するために, 異なる窒素施肥量での栽培試験を行い, Itの乾物収量, CP含有率およびNO₃濃度について検討した。

*現沖縄県北部農林水産振興センター農林水産整備課

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間

2019年10月31日に播種し、2020年4月16日まで1～3番草の生育調査を行った。

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

極早生品種イタリアンライグラス「さちあおば」を用いた。

4. 試験区の面積

1区あたり縦4.0m×横1.5mの6.0㎡(条間0.3m5条植え)の試験区を乱塊法を用いて合計36区画を設置した。また近接する区の肥料効果を除外するために6.0㎡うち両端の2条および前後0.5mを除外した2.7㎡を生育調査した²⁾。

5. 施肥設計

施肥は尿素(N46-P0-K0)、苦土重焼リン(N0-P35-K0)および塩化カリ(N0-P0-K60)を用い、窒素施肥量の違いにより10aあたり10kg施用する区をN10区とし、窒素8kgを施用する区をN8区および窒素6kgを施用する区をN6区とした。なお基肥は堆肥未施用とし、P₂O₅およびK₂Oは10aあたり10kgとし、追肥はP₂O₅0kgおよびK₂O10kgとした。なお播種前に堆肥は施用しなかった。

6. 刈取り調査

刈取ステージを出穂程度により出穂始期、出穂期および開花期とした。播種日および調査日を図1に示した。播種日は2019年10月31日とし合計7回の刈取り調査を実施した。出穂始期における1番草は2020年2月3日、2番草は2020年3月4日および3番草は2020年4月2日に刈取り調査を実施し、出穂期における1番草は2020年2月19日、2番草は2020年3月25日となった。

また開花期における1番草は2020年3月3日、2番草は2020年4月16日に刈取りを実施した。

2019			2020				
10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
播種日 10/31	→			1番草： 出穂始期 2/3		2番草： 出穂始期 3/4	3番草： 出穂始期 4/2
	→			1番草： 出穂期 2/19		2番草： 出穂期 3/25	
	→				1番草： 開花期 3/3		2番草： 開花期 4/16

図1 試験期間中(2019～2020)におけるItの播種日および刈取り調査日

7. 播種量および播種法

1区あたり150g/aを条播した。

8. 調査項目及び方法

1) 調査項目

生育調査は、刈取り時の乾物収量および乾物率について調査した。また収穫後の牧草の乾物あたりのCP含有率およびNO₃濃度を測定した。

2) 調査方法

刈取調査面積は、1区あたり3.0㎡とした。生育調査は地際部から刈取り高5cmで行い、乾物収量および乾物率は温度60℃に設定した通風乾燥機に48時間乾燥させ、算出した。

NO₃濃度は、前述の乾物収量および乾物率を算出後、粉碎器で粉碎し1mmのふるいでふるった試料を、0.2gをはかり、蒸留水10mlで50倍希釈し、簡易反射式光度計RQフレックス(Merck社製)を用いて測定した。

CP含有率については燃焼法を用いた窒素分析装置(デュマサーム:ゲルハルトジャパン株式会社)を用いて測定した。

9. 各試験区の肥料代および乾物収量あたりの費用対効果

各試験区の 10a あたりの肥料代を県内で流通している肥料（牧草専用 1 号：N20-P8-K12）の 1 袋あたりの価格を基準に、窒素換算での必要肥料量を算出し、積算した。また各ステージおよび各試験区の 10a あたりの乾物収量（kg）に It の 1kg あたりの費用価 54.5 円^{注6)}を乗じた推定飼料価値（円）を計算し、各試験区から発生する総経費を差し引いて費用対効果（円）を積算した。

10. 統計処理

統計処理は窒素施肥量の違い 1 要因の効果を見る試験であることから、1 元配置法とし、分散分析を実施し、有意差が確認されたのちフィッシャーの LSD 法により検定をおこなった³⁾。

IV 結果

1. 気象概況

図 2 に試験期間中（2019～2020）における月平均気温および平均降水量を示した⁴⁾。2019 年 10 月の平均気温は 25.6℃であり、過去 6 年間の平均気温 25.4℃と同等な気温であった。しかし、過去 6 年間の平均降水量 240.3mm に対して試験期間中の平均降水量は 156.5mm と少ない結果となった。

また 12 月から 3 月までの平均気温に関しては 12 月が 19.3℃、1 月が 17.9℃、2 月が 17.8℃および 3 月が 19.4℃と過去 6 年間の平均気温より高い結果となったが、4 月に関しては 19.1℃と過去 6 年間の平均気温を下回る結果となった。

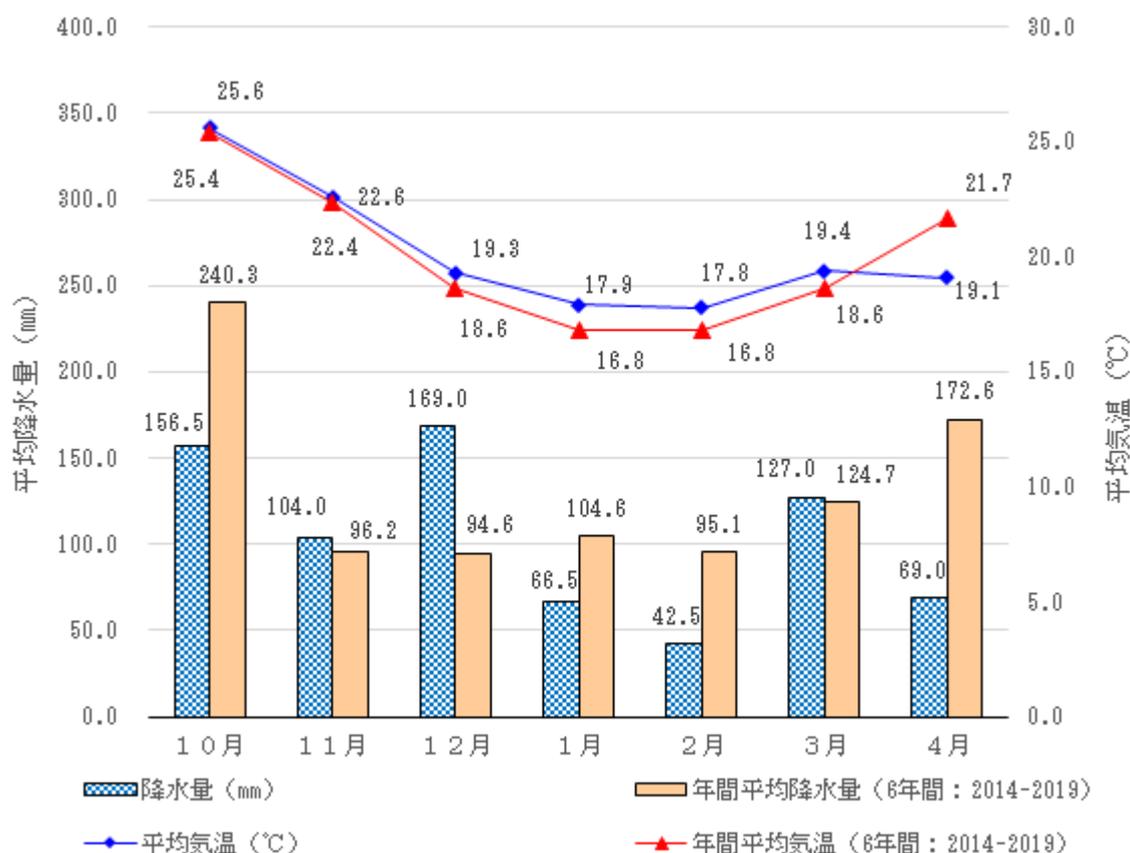


図2 試験期間中（2019～2020）の月平均気温および平均降水量

2. 窒素施肥量の違いによる It の乾物収量、CP 含有率および NO₃ 濃度

1) 各ステージにおける乾物収量

図 3 に出穂始期における It の各試験区の 10a あたりの乾物収量を示した。N8 区が 822kg と最も高い結果となり、次いで N10 区が 811kg となり最も低い区は N6 区の 745kg となったが、有意差はみられなかった。

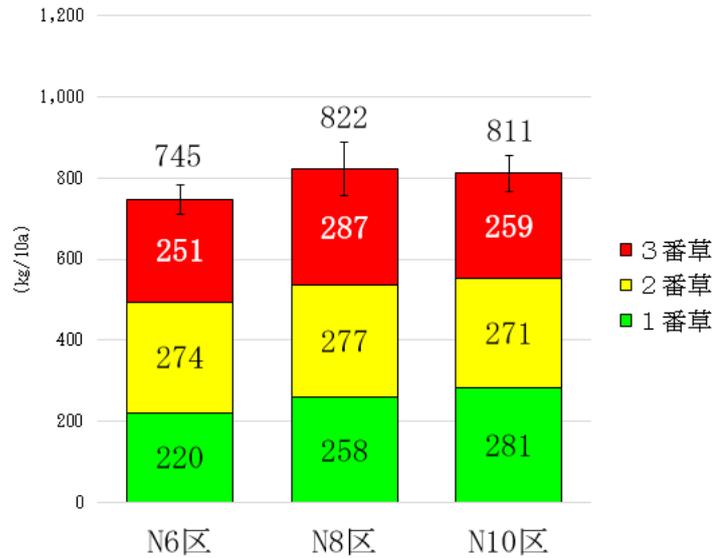


図3 出穂始期における10aあたりの乾物収量(kg)

図4に出穂期におけるItの各試験区の10aあたりの乾物収量を示した。N6区およびN8区が734kgと同様な結果となり、N10区が730kgとなったが、有意差はみられなかった。

図5に開花期におけるItの各試験区の10aあたりの乾物収量を示した。N10区が1160kgと最も高い結果となり、次いでN8区の1119kg、N6区が1087kgとなったが、有意差はみられなかった。

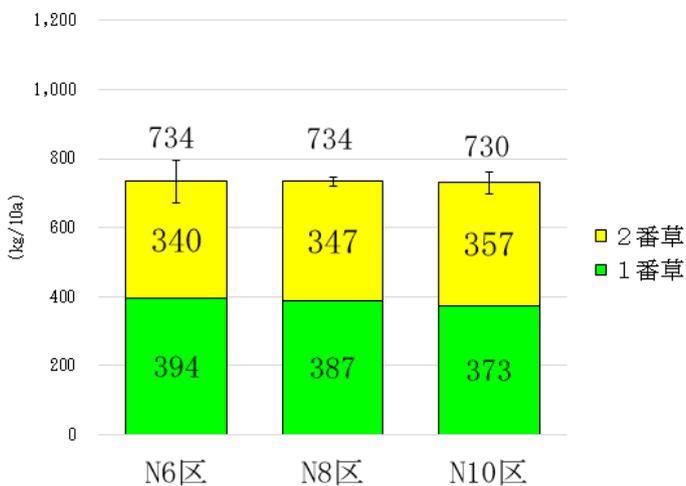


図4 出穂期における10aあたりの乾物収量(kg)

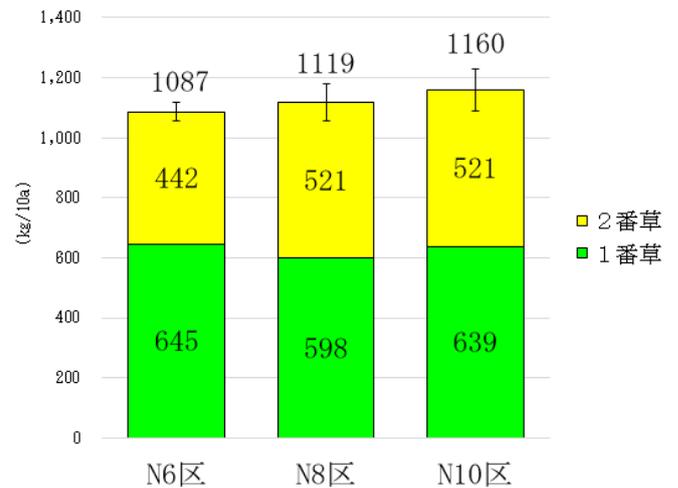


図5 開花期における10aあたりの乾物収量(kg)

2) CP含有率

図6にItの出穂始期における乾物あたりのCP含有率を示した。1番草においてはN10区が16.9%と最も高い結果となったが、すべての試験区において有意差はみられなかった。

2番草においてはN10区が19.5%と最も高く、次いでN8区が17.6%、N6区が14.8%となり、N6-N8区間およびN6区-N10区間内において有意差がみられた。

また3番草においても窒素施肥量が多い順でN10区が19.0%、次いでN8区が15.4%、N6区が14.5%となり、N6-N10区間およびN8-N10区間で有意差がみられた。

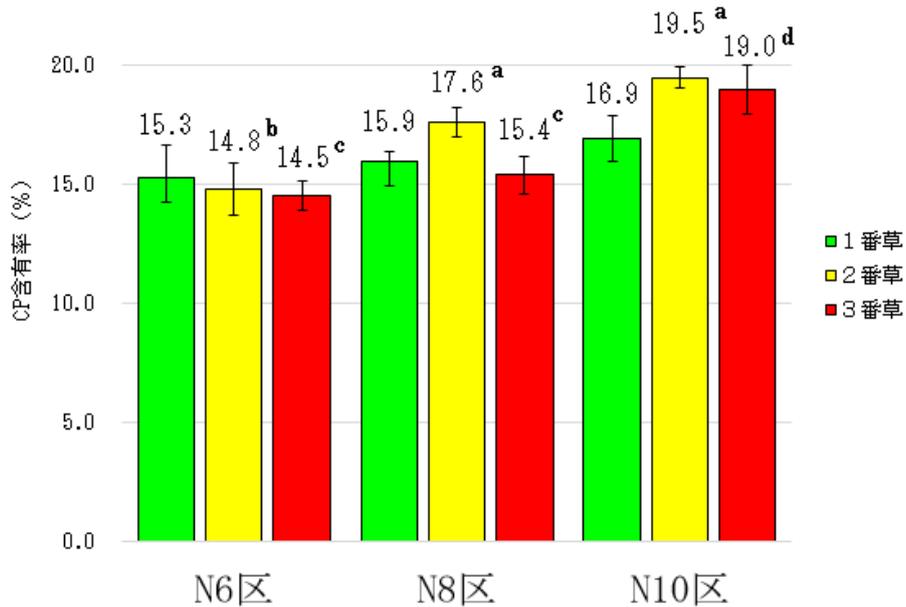


図6 出穂始期における10aあたりのCP含有率(%)

図7にItの出穂期における乾物あたりのCP含有率を示した。1番草においてはN6区が13.5%と最も高い結果となり、次いでN10区が12.7%、N8区が12.5%となったが、全ての試験区間において有意差はみられなかった。2番草においてはN10区が14.9%と最も高く、次いでN8区およびN6区が13.6%と同じ結果となったが、全ての区間内において有意差はみられなかった。

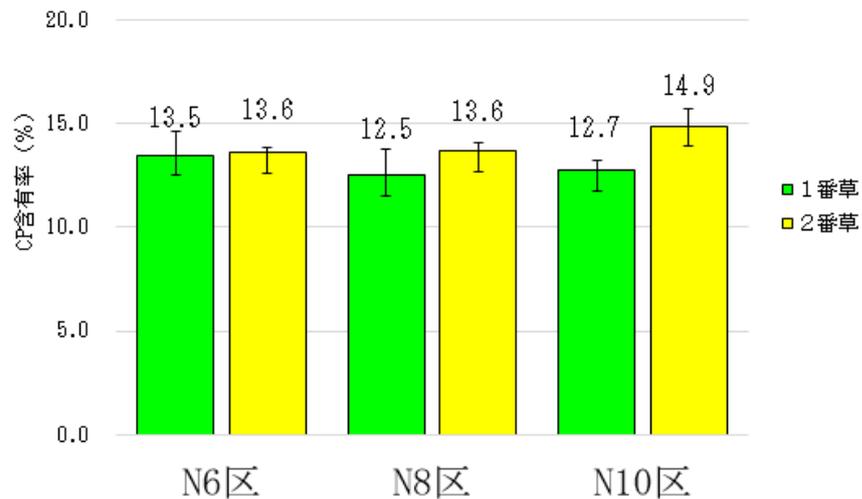


図7 出穂期における10aあたりのCP含有率(%)

図8にItの開花期における乾物あたりのCP含有率を示した。1番草においてはN6区およびN10区が10.1%と最も高い結果となり、次いでN8区が9.1%となったが、全ての区間内において統計的な有意差はみられなかった。2番草においてはN10区およびN6区が10.8%と最も高く、N8区が9.3%となったが、区間内において有意差はみられなかった。

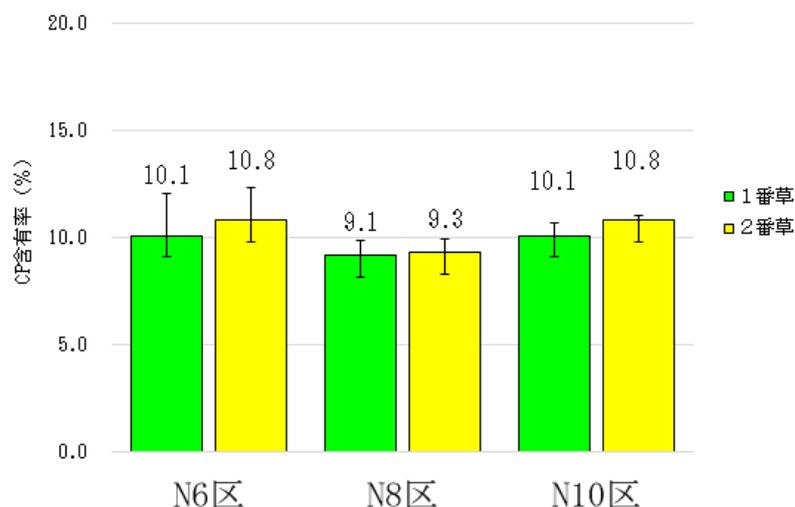


図8 開花期における10aあたりのCP含有率(%)

3) NO₃濃度

図9にItの出穂始期における乾物あたりのNO₃濃度を示した。1番草においてはN10区が523.1ppmと最も高い結果となり、次いでN8区が325.5ppm、N6区が152.4ppmとなったが、すべての区間内において統計的な有意差はみられなかった。2番草においてはN10区が840.5ppmとなり、次いでN8区が337.4ppm、N6区が100.4ppmとなり、N6区-N10区間およびN8区-N10区間で有意差がみられた。3番草においても前述の1番草および2番草と同様に窒素施肥量が多い順でN10区が1105.2ppm、N8区が312.4ppmおよびN6区が101.6ppmとなり、N10区に関しては牛に給与制限が発生する1000ppmを超える結果となった⁵⁾。しかしすべての区間内において有意差はみられなかった。

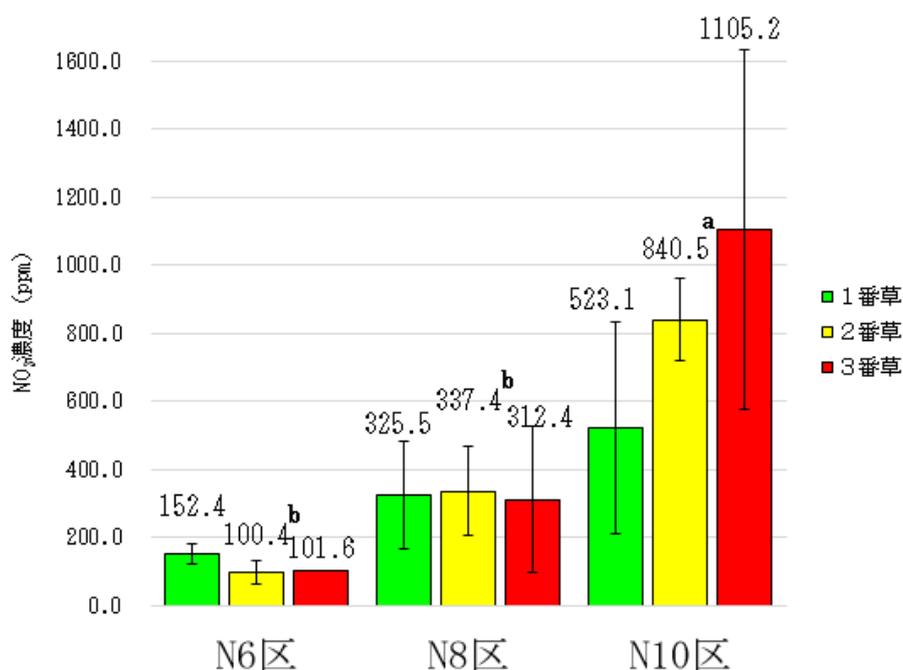


図9 出穂始期における10aあたりのNO₃濃度(ppm)

図10にItの出穂期における乾物あたりのNO₃濃度を示した。1番草から2番草におけるすべての区間内で有意差はみられなかった。1番草においてはN6区が197.6ppmと最も高い結果となり、次いでN8区が109.1ppm、N10区が97.8ppmとなった。2番草においてはN10区が534.4ppmとなり、

次いで N8 区が 220.8ppm, N6 区が 104.1ppm となった。

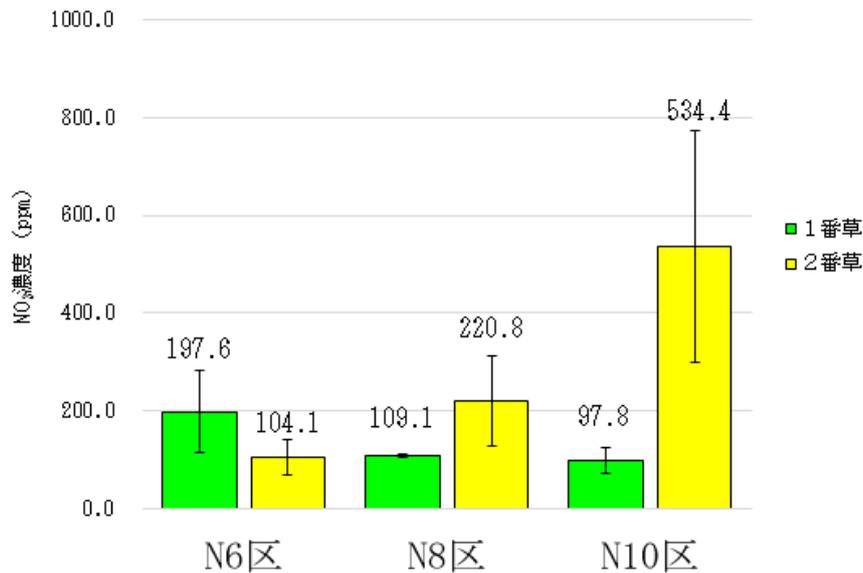


図10 出穂期における10aあたりのNO₃濃度(ppm)

図11にItの開花期における乾物あたりのNO₃濃度を示した。1番草から2番草におけるすべての区間内で有意差はみられなかった。1番草においてはN6区が278.5ppmと最も高い結果となり、次いでN10区が105.4ppm, N8区が73.4ppmとなった。2番草においてはN10区の144.9ppmとなり、N8区およびN6区は検出されなかった。

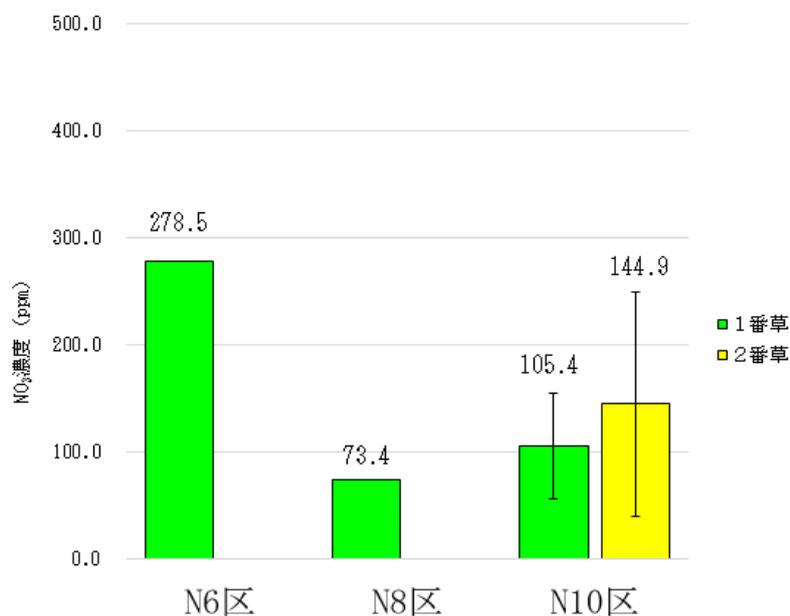


図11 開花期における10aあたりのNO₃濃度(ppm)

3. 10aあたりの各試験区の肥料代および乾物収量あたりの費用対効果

表1に各試験区の10aあたりの1回あたりの肥料代を示した。窒素ベースで積算した場合、N10区が6,190円, N8区が4,952円, N6区が3,714円となった。

表1 10aあたりの各試験区の1回あたりの肥料代(円)

区名	①10aあたりの肥料(kg) ^{注1)}	②10aあたりの肥料(袋) ^{注2)}	③1袋あたりの経費(円:税込み) ^{注3)}	肥料代(円:②×③)
N10区	50	2.5		6,190
N8区	40	2.0	2,476	4,952
N6区	30	1.5		3,714

注1)各区の窒素施肥量÷0.2(牧草専用肥料1号の窒素成分)により計算。

2)①÷20kg/袋(牧草専用肥料1号の1袋あたりの重量)。

3)牧草専用肥料1号(20-8-12)の税込み価格(2022/3/8時点)

表1の結果から総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数)を計算し、表2に出穂始期における各試験区の10aあたりの費用対効果を示した。前述の図3の結果である10aあたりの乾物収量に費用価54.5円⁶⁾を乗じた推定飼料価値はN8区が44,799円と最も高くなったが、表1の肥料代を基に算出した総経費に関してはN10区が18,570円と最も高くなり、両者を差し引いた費用対効果はN8区が29,943円と最も高い結果となった。同様に表3に出穂期および表4に開花期における費用対効果を示した。表3の出穂期においてはN6区が32,575円と最も費用対効果が高く、表4の開花期についてもN6区が51,814円と最も高い結果となった。

表2 出穂始期における10aあたりの各試験区の費用対効果(円)

区名	①乾物収量(kg)	②推定飼料価値(①×費用価 ^{注1)})	③総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数 ^{注2)})	費用対効果(円:②-③)
N10区	811	44,200	18,570	25,630
N8区	822	44,799	14,856	29,943
N6区	745	40,603	11,142	29,461

注1)費用価は乾物1kgあたり54.5円とした⁶⁾。

2)施肥回数は基肥1回および追肥2回の計3回とした。

表3 出穂期における10aあたりの各試験区の費用対効果(円)

区名	①乾物収量(kg)	②推定飼料価値(①×費用価 ^{注1)})	③総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数 ^{注2)})	費用対効果(円:②-③)
N10区	730	39,785	12,380	27,405
N8区	734	40,003	9,904	30,099
N6区	734	40,003	7,428	32,575

注1)費用価は乾物1kgあたり54.5円とした⁶⁾。

2)施肥回数は基肥1回および追肥1回の計2回とした。

表4 開花期における10aあたりの各試験区の費用対効果(円)

区名	①乾物収量(kg)	②推定飼料価値(①×費用価 ^{注1)})	③総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数 ^{注2)})	費用対効果(円:②-③)
N10区	1160	63,220	12,380	50,840
N8区	1119	60,936	9,904	51,032
N6区	1087	59,242	7,428	51,814

注1)費用価は乾物1kgあたり54.5円とした⁶⁾。

2)施肥回数は基肥1回および追肥1回の計2回とした。

V 考 察

今回の試験は 10a あたり窒素施肥量の違いにより寒地型牧草の生産性の変化を確認するものであり、化学肥料の肥効のみを検証するため堆肥は施用せずに実施した。窒素施肥量 10kg, 8kg および 6kg の区を設けたところ、乾物収量には差はみられなかったが、CP 含有率については出穂始期のステージにおいて窒素施肥量が上昇するに従って高くなり、また有意差もみられた。NO₃ 濃度については出穂始期の 2 番草を除いては 1 番草から 3 番草にかけて有意差はみられなかったものの、N10 区に関しては 1000ppm を超える結果となり牛に給与制限がかかる高い値になる場合があった⁵⁾。また出穂期および開花期では各区分での有意差はみられなかった。

今回の試験で窒素 10kg 以下でも生産性にマイナスの影響が少なく、また乾物収量をベースとした費用対効果も N10 区と比べて N8 区および N6 区が高いことから、NO₃ 濃度を抑える事ができる It の窒素施肥量は 10 a あたり 6~8kg 程度でも可能であることが示唆された。

イネ科牧草はその原産地や温度に対する感受性および光合成に関する機構の違い (C3 植物, C4 植物) により暖地型牧草と寒地型牧草に区分され、寒地型牧草の適温が 20℃前後であり、また光合成の機構も C3 植物となっている⁷⁾。寒地型牧草は気温や日照が低下する冬期に生育が適するとされているものの、光合成能力が高い C4 植物 (暖地型牧草) に比べて C3 植物 (寒地型牧草) はそれらの能力が低いため NO₃ が蓄積しやすいと思われる。また一般的に畜産現場では CP 含有率が高い数値を検出したイネ科牧草は高濃度の NO₃ が疑われるケースが現場では散見され、今回の試験では出穂始期における乾物あたりの CP 含有率に 19% を超える数値も見られたため今後、継続した試験を実施し、再現性を確認する必要がある。

また栗田ら⁸⁾は It における刈取り時の乾物中の NO₃ 濃度は土壌 EC と弱い相関が見られたとの報告しており、今後、土壌成分や他の土壌 (ジャーガル, 島尻マージ) での栽培試験の知見も必要と思われる。

VI 引用文献

- 1) 沖縄県畜産試験場 (1999) 牧草・飼料作物栽培の手引き, 54-56
- 2) 畜産技術協会・日本草地学会編, 草地科学実験・調査法 (2004), 119-120, 社団法人畜産技術協会
- 3) 新城明久 (2000) 新版・生物統計学入門, 46-57, (株) 朝倉書店
- 4) 気象庁, 過去の気象データ (2019-2020) 沖縄県名護市,
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=91&block_no=47940&year=2019&month=&day=&view=
- 5) 中央畜産会, 日本飼養標準肉用牛 (2008), 135-136
- 6) 高江洲斉・知念雅昭 (2010) 冬期粗飼料の安定的な確保を目的としたイタリアンライグラス栽培の有効性, 普及指導員調査研究報告書及び農業技術実証展示ほ実績報告, 沖縄県北部農林水産振興センター北部農業改良普及課
- 7) 農林水産省九州農業試験場 (1983) 暖地型牧草導入種の解説, 九州農試研究資料第 63 号, 5
- 8) 栗田夏子・荷川取秀樹 (2019) 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 57, 沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立, 31-35