

## 刈取り高さが畑地および水田で栽培された ケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) の地上部収量に及ぼす影響

志水勝好<sup>1)</sup>・柴山美智子<sup>2)</sup>・山ノ内真恵<sup>3)</sup>・小関里奈<sup>3)</sup>・石川尚人<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 筑波大学生命環境系, (<sup>2)</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科, (<sup>3)</sup> 筑波大学生物資源学類)

**要旨:** ケナフを飼料作物として利用するため, 草高 1 m 程度に成長した時に刈取り, 更に再生草を収穫することを考えた. 実験 1 として刈取り時の適正な刈取り高を調べるため, 人工気象器内で草高約 1 m 程度に成長したケナフを刈取り (刈取り高: 15, 20, 25, 30, 35 cm), 1 番草と再生草について生体重, 乾物重を測定した. 実験 2 で 2006 年と 2007 年に刈取り栽培実験を水田 (2006 年: 刈取り高 25 cm, 2007 年: 刈取り高 20 cm), 畑地 (両年: 刈取り高 20, 25 および 30 cm) で行った. 実験 1 の結果, 1 番草と再生草の生体重, 乾物重それぞれの合計では刈取り高の異なる処理区間に統計的には差は見られなかった. しかしながら 25, 30 cm では他に比較して高い傾向を示す一方, 35 cm では逆に減少する傾向がみられた. 総収量を考慮すると, 3 節程度が残る刈取り高さ 25 cm 以上が望ましく, かつ 35 cm では合計収量が低下する傾向にあることから 30 cm 程度の刈取り高とするべきと考えられた. 実験 2 の結果, 畑地では 30 cm 未満の刈取りでは再生個体率が 3.0~3.7% と著しく低く, 刈取り後の灌水により再生個体率の増加が見られたが 30 cm では灌水の効果は見られず約 15~16% であった. 一方, ケナフ苗を湛水状態で移植し栽培した水田では刈取り後の再生個体率が 2006 年で 100%, 2007 年で 97.4% であり著しく高く, また畑地とは異なり生育が降雨の影響を強く受けないこと, 粗蛋白質含有率が高いことから, 水田栽培ケナフの 2 度刈りによる飼料的利用の可能性が考えられた.

**キーワード:** 刈取り高, ケナフ, 再生草, 水田栽培, 粗蛋白質, 畑地栽培.

日本の平成 23 年度の食料自給率はカロリーベースで約 39% であるが (農林水産省 2012), 純国内濃厚飼料自給率はさらに低く平成 24 年で 12%, 粗飼料自給率は 76% であり, これを増加させることを農林水産省は目標としている (農林水産省生産局畜産部畜産振興課・消費・安全局畜産安全課 2013). 一方, 輸入粗飼料の近年の高騰と, 大きく輸入に頼っている濃厚飼料について依存度を低下させるため, 高栄養粗飼料 (青刈りトウモロコシ, アルファルファなど) の作付け面積の拡大が必要とされている (岩波 2013). そこで, 高バイオマスで, 高蛋白質含有率を示す熱帯地方原産のケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) を飼料作物として利用することが試行されてきた (熊井ら 1999, 石川ら 2005, 志水・加藤 2011).

ケナフはアオイ科フヨウ属の一年生草本で, アフリカ原産と言われ, 約 6000 年前から靱皮繊維が綱や布などに加工され利用されてきた (千葉 1999). また, 高緯度地域での栽培が可能であること, 耐乾・耐湿性が強いこと, 比較的やせた土地でも生育が旺盛であることなどからインドでは約 200 年前, ロシアでは約 100 年前, 中国では約 70 年前に導入され, 栽培が開始されるなど, その栽培地域は拡大してきた (Webber III ら 2002). 1950 年代にはアメリカにおいて繊維作物の比較研究が行われ, 数ある繊維作物の中でも成長速度が速く, バイオマスの大きなケナフは, 繊維生産性に優れた作物であると報告された (Cunningham ら 1970). また粗蛋白質含有量が高く, 良質の家畜飼料と

しても注目されており (熊井ら 1998a, b, 熊井ら 1999, Webber III ら 2002, 石川ら 2005), 地上部の消化率は 25~55%, 粗蛋白質の消化率は 59~71% と報告されている (Wing 1967, Suriyajantratong ら 1973, Swingle ら 1978). しかし飼料利用を考えた場合, ケナフは靱皮繊維作物なので生育後期には靱皮繊維が発達する (西川 1960). 著者らは以前ケナフの草高が 1 m 程度になる茎葉成長中期以降では, 粗蛋白質含有率が生育に従い低下することを報告した (志水ら 2003).

そこで, 本研究ではケナフを草高が 1 m 程度になった時に刈取りを繰り返すことにより, 再生草と合わせた年間合計で, 1 回刈りに比較して, 地上部収量を維持しながら蛋白質含有率の低下を抑えたケナフバイオマスを得ることを目的とした. すなわち, 再生能力が十分確保でき, かつ総収量の高い刈取り高さを明らかにした後, 栽培環境を異にする畑地および水田におけるケナフの刈取り高さが, 収量および粗蛋白質含有率に及ぼす影響を調べ, 粗飼料利用としてのケナフの栽培特性を明らかにすることを目的とした.

### 実験材料および方法

#### 1. 人工気象器内での刈取り高試験 (実験 1)

栽培実験を筑波大学農林学系生物相互作用解析装置 (開放型グロースキャビネット, 日本医化機械製作所) 内で 4 回繰り返す, それぞれ 83~94 日間行った (2005 年 10 月 21 日~2006 年 1 月 12 日, 2005 年 11 月 15 日~2006 年 2

月17日, 1月16日~4月11日, 2月17日~5月12日). 1/5000 a ワグネルポットに砂質土壌(川砂)と化成肥料5 g(くみあい高度化成肥料14:14:14, 14 g N/m<sup>2</sup>, 14 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>, 14 g K<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)を充填の上, ケナフ(*H. cannabinus* L., 品種: Everglades 41)を1ポット当たり2粒ずつ25ポットに播種し, 出芽後間引きして1ポット1個体とした. Everglades 41はUSDA(アメリカ合衆国農務省)において, 病害抵抗性を高め, 開花を遅らせることにより栄養生長期間を長くし, 主茎収量を高められるよう改良された品種である(Wilsonら1965). 各ポットは植物体が相互遮蔽しない程度の間隔で配置した. 栽培期間中は適宜灌水した. 室温を約25℃に調節し, 補光することにより日長を12時間以上確保した. 播種後約2ヶ月目で草高が約120 cmに達した後に刈取り(刈取り高さ: 15, 20, 25, 30および35 cm, 各5ポット), さらに刈取り後約1か月後の再生草を地際から刈取った. また刈取り後の再生草の最上位節および第二節からの分枝長は2回目の栽培から測定した.

## 2. 畑地および水田における刈取り高試験(実験2)

栽培は筑波大学農林技術センター畑地圃場および水田で行った. 畑地ではケナフ(品種: Everglades 41)種子を直播し, 水田移植用としてプラスチックハウス室内にて園芸用培養土(スーパーミックスA, 株式会社サカタのタネ, N-180, P-120, K-220 (mg/L))を充填した育苗ポットに播種した. 栽培区として畑地では10 m × 10 mの正方形に3 m × 3 mの正方形を9区設け, 乱塊法により各刈取り高さ区(20, 25, 30 cm)を各3反復とし無作為に配置した. 水田の水管理は稲作の慣行法に従ったため, ケナフ移植時には既に深さ5 cm程度の湛水条件であり, 9月中旬に落水となった.

2006年の試験においては, 畑地では5月17日, 5 cm × 30 cmの栽植密度で播種し, 7月21日に3水準の刈取り高さ(20, 25, 30 cm)で刈取り, 10月27日に再生草を地際から収穫した. 水田では5月17日にプラスチックハウス室内にて育苗ポットに播種し, 6月14日に水稻の播種密度に準じ15 cm × 30 cmの栽植密度で移植した. これは播種時期に水田は既に湛水状態であり, ケナフは湛水条件での直播では出芽が困難であったからであり, 栽植密度については田植え機での移植を想定したためである. 試験区として2 m × 5 mの区画を3反復設け, 互いに隣接しないように配置した. 8月8日に刈取り高さ25 cmで刈取り, さらに11月28日地際から再生草を収穫した. 畑地, 水田とも基肥として化成肥料により5 g N/m<sup>2</sup>, 12 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>, 12 g K<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>を直播前あるいは移植前に施用し, 追肥として硫酸を5 g N/m<sup>2</sup>で7月31日に施肥した. 再生草収穫直前に再生個体数を計測し, 再生個体率を算出した. 10月27日に収穫した(各反復畑地: 14個体, 水田10個体)後, 地上部の生体重および乾物重を測定した.

地上部乾物重を基に推定最高収量および推定収量を算出

した. すなわち, 推定最高収量は個体当り乾物重(g)に栽植密度(m<sup>2</sup>当たりの本数)を乗じて算出した期待できる最高収量であり, 推定収量は1番草乾物重(g) × 栽植密度(m<sup>2</sup>当たりの本数) + 再生草乾物重(g) × 栽植密度(m<sup>2</sup>当たりの本数) × 再生個体率で算出した. この値は今回の実験結果で推定される現実的な収量である.

2007年: 畑地では試験区の設計は前年と同様の正方形とし, 5月16日に5 cm × 30 cmの栽植密度で播種し, 8月8日に3水準の刈取り高さ20, 25, 30 cmで刈取り, 各正方形につき50 Lの水道水(降水量で約5.6 mmに相当)を, 刈取り後10日間毎日与えた. なおこの期間の降水量は10.5 mmであった. 水田移植用として5月1日にプラスチックハウス室内にて育苗ポットに播種し, 6月13日に水稻の播種密度に準じ15 cm × 30 cmの栽植密度で移植した. 試験区として2 m × 5 mの区画を3反復設け, お互いに隣接しないよう配置した. 8月8日に刈取り高さ20 cmで刈取り, 11月26日に再生草を地際から収穫した. 畑地, 水田ともに基肥として化成肥料により5 g N/m<sup>2</sup>, 12 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>, 12 g K<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>を直播あるいは移植前に施用し, 追肥を硫酸により2回(2 g N/m<sup>2</sup>; 6月18日, 3 g N/m<sup>2</sup>; 7月7日)施用した. 再生草収穫直前に再生個体数を計測し, 再生個体率を算出した. 11月26日に収穫し(各反復畑地: 10個体, 水田13個体), 地上部の生体重および乾物重を測定した. そして地上部乾物重を基に推定最高収量および推定収量を算出した.

## 結果と考察

### 1. 人工気象器内での刈取り高試験(実験1)

1番草の生体重および乾物重は刈取り高さが高くなるに従い減少した. 刈り株の残存節数は刈取り高さ15 cmで平均1.3節と少なく, 刈取り高さの増加とともに増加した(第1表). 再生草における最上位分枝長は刈取り高さ15 cmでは他に比較して小さかったが, 20~35 cmでは顕著な差が見られなかった(第1表). その下位に当たる第二分枝長は, 有意な差は見られなかったものの刈取り高さが高くなるに従い長くなる傾向にあった(第1表). 再生草の生体重, 乾物重は同様に刈取り高さの増加に従い増加したが(第1表), 1番草と再生草の生体重, 乾物重の合計では処理区間に差は見られなかった. しかし25, 30 cmでは他に比較して高い傾向を示した(第1表). 本結果から3節程度が残る刈取り高さ25 cm以上が望ましく, かつ35 cmでは合計収量が低下する傾向にあることから30 cm程度までの刈取りが望ましいと考えられた.

刈取り高さについて, オーチャードグラス, アカクロバ, イタリアンライグラスなどの機械刈りの場合10 cmくらいが適当とされ, 5 cm以下では再生が悪くなり, 15 cm以上では刈残しによる損失が増大する(原島・平島1989). ケナフはそれに比較し高い刈取り高さとなり, 25~30 cmの高さでの機械刈取りが今後の課題となる. 以上の結果か

第1表 人工気象器内での栽培ケナフの刈取り高さが成長量に及ぼす影響 (実験1).

刈取り高さ (cm)	草高 (cm)	1 番草		刈株の 節数	再生草				合計	
		生体重 (g/個体)	乾物重 (g/個体)		最上位分枝長 (cm)	第二分枝長 (cm)	生体重 (g/個体)	乾物重 (g/個体)	生体重 (g/個体)	乾物重 (g/個体)
15	121.4	60.3 a	7.6 a	1.3 a	27.4 a	20.4 a	9.2 a	1.1 a	69.4 a	8.8 a
20	120.6	52.6 a	6.7 a	2.2 b	43.6 b	24.3 a	20.8 ab	2.7 ab	73.3 a	9.4 a
25	119.9	55.7 a	7.5 a	2.9 bc	44.3 b	29.3 a	21.6 ab	2.8 ab	77.2 a	10.3 a
30	121.4	48.7 a	6.4 a	3.2 c	48.0 b	37.1 a	29.1 b	3.9 b	77.8 a	10.3 a
35	118.2	39.3 a	5.4 a	4.2 d	48.1 b	35.8 a	32.0 b	4.2 b	71.4 a	9.6 a
刈取り高さ		n.s.	n.s.	***	**	n.s.	***	***	n.s.	n.s.
反復		*	n.s.	*	***	***	***	***	n.s.	*
刈取り高さ×反復		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

\*, \*\*, \*\*\*: それぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意であることを示す. n.s.: 有意差なし.

n=4. (最上位分枝長および第二分枝長は2回目から測定したのでn=3.) 同じアルファベットは刈取り高さ間で5%水準でTukey法で有意でないことを表す.

各刈取り高さ区の再生個体率は100%であった.

第2表 刈取り高さが畑地および水田栽培での推定収量に及ぼす影響 (実験2).

年	灌水	刈取り高さ (cm)	生体重 (g/個体)		総生体重 (g/個体)	乾物重 (g/個体)		総乾物重 (g/個体)	推定最高収量 <sup>1</sup> (g/m <sup>2</sup> )	再生個体率 (%)	推定収量 <sup>2</sup> (g/m <sup>2</sup> )
			1 番草	再生草		1 番草	再生草				
畑	無	20	25.3 a	8.5 a	33.8 a	3.0 a	1.9 a	4.9 a	327.7 a	3.0 a	204.3 a
		25	27.1 a	8.6 a	35.7 ab	3.4 a	1.9 a	5.4 a	357.4 b	3.7 a	232.8 b
		30	22.7 a	15.9 b	38.6 b	3.1 a	3.7 b	6.8 a	451.1 c	15.1 b	240.7 c
	有 <sup>3</sup>	20	66.9 a**	22.1 a	89.1 a*	12.0 a**	5.1 a*	17.1 a*	1138.1 a*	13.5 ab*	842.1 a**
		25	74.3 c**	25.6 b**	99.9 b*	11.9 a**	6.1 ab*	17.9 a*	1193.0 b*	11.8 a*	837.1 a**
		30	70.4 b**	35.6 c*	105.9 c*	11.9 a**	8.1 b*	19.9 b*	1327.4 c*	16.3 b	877.2 b**
水田	2006	25	18.5	63.7	82.2	3.1	14.9	18.1	400.7	100.0	400.7
	2007	20	23.1	36.7*	59.8*	5.0	6.9**	11.9*	264.6*	97.4*	260.6*

同一アルファベットは各年の刈取り高さ間において5%水準 (Tukey法) で有意でないことを示す.

\*, \*\* は, 畑地の各刈取り高さにおいて年次間, および, 水田の年次間に5%および1%水準で有意であることを示す (t検定).

1: 乾物重に栽植密度 (畑地の栽植密度は66.6本/m<sup>2</sup>, 水田は22.2本/m<sup>2</sup>) を乗じて算出.

2: 1 番草乾物重×栽植密度 + 再生草乾物重×栽植密度 × 再生個体率で算出.

3: 刈取り後の10日間の灌水.

4: n=3.

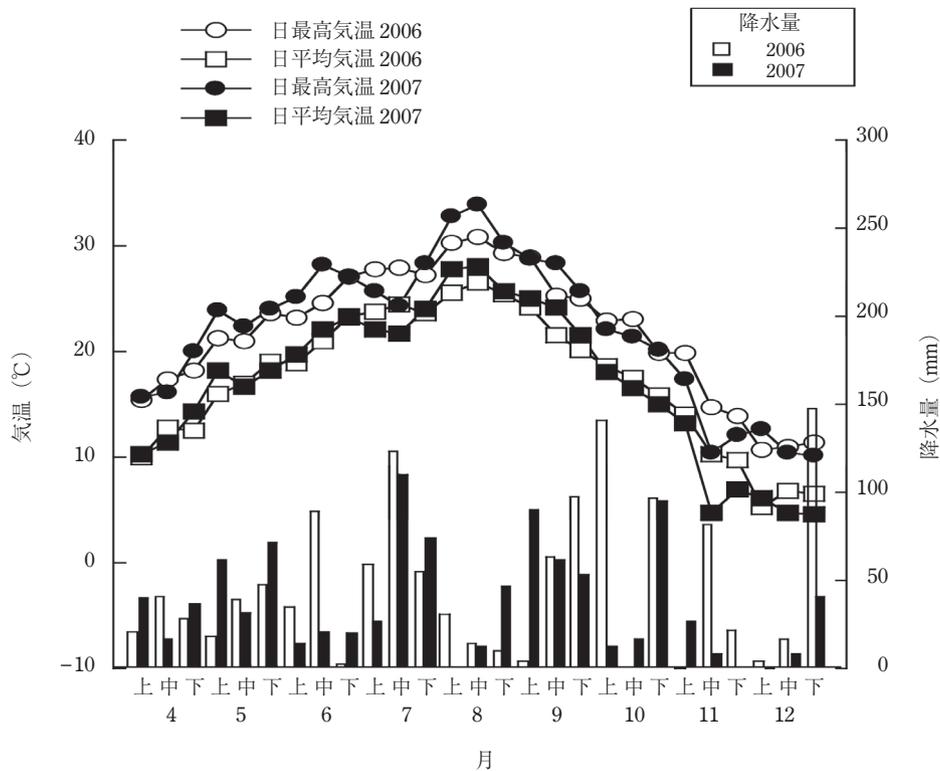
ら, 畑地および水田で20 cm以上の刈取り高さ区を設け, 刈取り高さの有効性を実験2において確認することとした.

## 2. 畑地および水田における刈取り高試験 (実験2)

関東ではケナフの播種時期が5月中旬以降であり, 最も遅い収穫時期が降霜直前の11月となるため, 栽培期間を考慮して本実験では刈取り回数を2回とし, 1回目の刈取り時の草高は約120 cmとした. 2006年と2007年の畑地では総生体重, 総乾物重などで2007年が著しく高くなった (第2表). これは2006年の初期生育時の気温が2007年に比較しやや低く推移したため1番草の生育が抑制されたこと, 刈取り直後の高温と少雨が再生草の成長を抑制したものと考えられた (第1図). 逆に2007年では1番草生育時期は気温が高く, 初期生育が良好となり, 1番草収量が2006年に比較して高くなった (第2表). 2007年の推定収

量は Gonzalez-V ら (2008) の栽培実験における60日間隔での2回刈取りの総収量 (867 g/m<sup>2</sup>) と同等で, 2007年は Gonzalez-V らの栽培実験同様に1番草の収量が再生草に比較し高かった. 加えて2007年は刈取り後10日間の灌水により再生草の生育が維持され, 総じて2006年に比較して高い生体重, 乾物重, 推定収量が示されたものと考えられた. 一方, 水田では両年の比較で畑地ほど大きな差が見られなかった (第2表). また, 畑地では両年とも1番草の生体重, 乾物重が再生草よりも高い傾向にあったが, 水田栽培では再生草が高い傾向を示した (第2表).

畑地では刈取り高さが高くなるに従い, 総乾物重, 推定最高収量, 推定収量ともに増加傾向を示した (第2表). しかし, メキシコの INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria) の熱帯に位置する Aldama Experimental Station におけるケナフの刈取り試験では, 草



第1図 2006年および2007年の月別の気温および降水量の変化。

高が90 cm になったところで一番刈りを行い、20、40 および60 日間隔で刈取りを繰り返した (Gonzalez-V ら 2008) 結果、20 日間隔では5回の刈取りが可能で、総収量では最も低くなったが  $411\sim 470\text{ g/m}^2$  であり、刈取り間隔が長くなるに従い総収量は大きくなった。一方、本実験で2006年の畑地における推定最高収量、総収量に当たる推定収量は Gonzalez-V ら (2008) の5回の刈取りと同等か低くなった (第2表)。推定収量が Gonzalez-V ら (2008) より低かったのは、畑地の再生個体率が20 cm および25 cm 刈取区で3.0 および3.7%、30 cm 刈取区でも15.1%と著しく低かったためであった (第2表)。

2006年の畑地の試験では、播種から刈取りまでの積算温度が  $1408^\circ\text{C}$ 、2007年では  $1847.4^\circ\text{C}$  であり、ケナフは生長に高温を好むことから気温の影響を受け、1番草の生体重、乾物重は小さくなったと考えられた (第1図、第2表)。刈取り後の経過を観察した結果では、2006年では刈取りが8月8日となり、8月は降水量が少なく、しかも最も高温の時期となるため (第1図)、多くの個体が刈取りによる切断面からの乾燥により枯死したものと考えられた。そのため2007年には刈取り後10日間の灌水を試みたところ、20 cm および25 cm の再生個体率が無灌水の2006年に比べ4倍程度に向上した (第2表)。2007年で刈取りを行った8月では、最高気温、平均気温は2006年の刈取り時よりも高く、8月上旬の降水量が極めて少なかったことから (第1図)、灌水がなければ2006年に比較し強い乾燥ストレスが生じたことが推察でき、灌水による刈取り後の再生個体

率増加の効果は明らかなものと考えられた

Gonzalez-V ら (2008) の実験栽培では本実験と比較して播種を雨期が始まる6月に行い、刈取り時期にも十分な雨量があり、20 日間隔の刈取区でも約60%と高い再生個体率が最終刈取り時まで確保されたため、高い総収量が得られたものと考えられた。一方で、本実験では畑地において30 cm 区では灌水による影響はほとんど見られなかったため (第2表)、降雨依存の畑地では30 cm 以上の刈取り高さが必要であり、30 cm 未満の刈取り高では刈取り後に再生草の再生芽が発達し葉が展開するまで十分な降雨か灌水が必要であるものと考えられた。

著者ら (志水・加藤 2011) は、過湿条件の水田ではケナフの成長が畑地に比較し抑制されるが、播種後100日目以降の畑地栽培ケナフの生長が緩慢になったのに対し、水田栽培では更に成長を続けていたことを報告した。本栽培では同様に1番草の生体重、乾物重は、水田栽培では2006年の畑地栽培と同等か低い傾向がみられた。これは既報 (志水・加藤 2011) と同様に過湿により生育が抑制されたものと考えられた。同様に栽培中期・後期に当たる再生草の生育では、水田の方が畑地より高い傾向にあった (第2表)。また刈取り後の再生個体率が2006年で100%、2007年で97.4%であり、畑地に比較して著しく高いものとなったが (第2表)、これはケナフの刈取り時の再生芽の発達に最も大きな影響を及ぼす原因が根圏の水分含量であり、水田環境のように根圏に水分が潤沢にあることで高い再生個体率を確保できることが明らかとなった。2007年は水田におい

第3表 畑地および水田栽培における刈取り高さが粗蛋白質含有率に及ぼす影響 (実験2)。

年	刈取り高さ (cm)	粗蛋白質含有率 (%乾物重)		
		1 番草	再生草	
畑	2006	20	12.4 aA	4.8 aA*
		25	12.1 aA	5.5 aA*
		30	12.4 aA	5.5 aA*
	2007	20	10.6 aA	6.2 aA*
		25	10.8 aA	5.2 aA*
		30	10.7 aA	5.1 aA*
水田	2006	20	14.0 A	6.3 A*
	2007	25	10.8 A	7.1 A*

\*は1番草、再生草間でt検定で5%水準で有意であることを示す。同じ小文字アルファベットは刈取り高さ間でTukey法により5%水準で有意でないことを表す。

同じ大文字アルファベットはそれぞれの刈取り高さでの年次間においてt検定で有意でないことを表す。

n=3.

て刈取り高さを20 cmとし、2006年の刈取り高さ25 cmと収量を比較したが、再生個体率の差がほとんど見られなかったのにも関わらず、推定収量では低くなった(第2表)。畑地の再生草では前述したように収量に気温よりも降水量、特に少降雨量による土壌水分欠乏の影響を強く受けることが考えられたことから本実験では2007年に刈取り後10日間灌水した。その結果水田では根圏に潤沢に水分が存在したことから、乾燥ストレスが、2006年と2007年の年次間差へ及ぼす影響はほとんどないものと推察された。そのため水田では刈取り高さが収量に影響を及ぼした最も大きな要因と考えられ、水田栽培では25 cm程度の刈取り高が有効と考えられた。

粗蛋白質含有率については、アルファルファでは20%の粗蛋白質含有率を目安に草丈約80 cmで刈取るのに対し(農研機構2002)、ケナフは本研究で120 cm程度で刈取ったが、最高で約14%とアルファルファと比較し低かった(第3表)。そして2006年、2007年ともに粗蛋白質含有率は再生草よりも1番草で高くなる傾向にあったが、両年ともに刈取り高さ区間に差は見られなかった(第3表)。刈取りをしない栽培では生育が進むに従い粗蛋白質含有率が減少しており(志水ら2003)、今回の実験では追肥によって成長は促されたのにも関わらず、再生草では同様に粗蛋白質含有率が減少することが明らかとなった(第3表)。このため、刈取り後の追肥の時期および施用量などについて今後検討する必要があるものと考えられる。

以上からケナフ飼料栽培では高い再生個体率、高い再生草収量による安定した収量を考えた場合は水田栽培に期待が持てるものと考察した。今後は水田における栽植密度を高めること、加えてケナフ栽培に適した灌水法を明らかにし、畑地栽培での収量に匹敵する収量を目指すことを課題とする。

謝辞:ケナフ種子についてはミシシッピ州立大学 Brian S. Baldwin 教授からご分譲いただいた。ここに深謝の意を表す。また、気象データについては筑波大学農林技術センター 筑波実験林からご提供いただいた。ここに感謝の意を表す。

## 引用文献

- 千葉浩三 1999. そだててあそぼう 17. ケナフの絵本. 農文協, 東京, 1-36.
- Cunningham, R.L., Clark, T.F., Kwolek, W., Wolf, I.A. and Jhones, Q. 1970. A search for new fiber crops. XIII. laboratory-scale pulping studies continued. *Tappi* 43: 1697-1700.
- Gonzalez-V, E.A., Avila-C, J.M., Ortega-S, J.A., Gonzalez-P, M.A. and Muir, J.P. 2008. Harvesting interval changes yield and nutritive value of kenaf in a dry tropical climate. *Agron. J.* 100: 938-941.
- 原島徳一・平島利昭 1989. 3. 草地の利用と維持管理. 粗飼料・草地ハンドブック (高野信雄ら監修), 養賢堂, 東京, 284.
- 石川尚人・志水勝好・永西修 2005. ケナフ葉サイレージのタンパク質画分と発酵特性. *日草誌* 51: 303-306.
- 岩波道生 2013. 自給飼料生産をめぐる情勢と増産に向けた取組. 平成25年度 飼料増産シンポジウム配布資料, 1-7.
- 熊井清雄・福見良平・服部育男・鮫島一彦 1998a. 農場副産物を利用したケナフ葉サイレージの発酵特性および飼料価値. *日草誌* 44 (別): 274-275.
- 熊井清雄・福見良平・村上恵子・服部育男 1998b. 青刈ケナフの収量ならびにケナフサイレージの飼料価値. *日草誌* 44 (別): 276-277.
- 熊井清雄・服部育男・福見良平・杉本秀樹・鮫島一彦 1999. 品種の差異が青刈ケナフの生育収量ならびにサイレージ品質に及ぼす影響. *日草誌* 45 (別): 138-139.
- 西川五郎 1960. 工芸作物学. 藤本総合印刷, 東京, 790.
- 農研機構 2002. 高品質収穫を目指した刈取り計画. <http://www.naro.affrc.go.jp/org/harc/alfalfa/cutting.html> (2012/12/11 閲覧).
- 農林水産省 2012. 平成23年度食料自給率をめぐる事情. 農林水産省, 東京, 1-3.
- 農林水産省生産局畜産部畜産振興課・消費・安全局畜産安全管理課 2013. 飼料をめぐる情勢. 農林水産省, 東京, 22.
- 志水勝好・小村繭子・曹衛東・石川尚人 2003. ケナフ2品種の生育と葉の光合成速度および化学成分の推移. *日作紀* 72: 314-320.
- 志水勝好・加藤盛夫 2011. 水田栽培がケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) の生育に及ぼす影響. *日作紀* 80: 420-425.
- Suriyajantratong, W., Tucker, R.E., Sigafus, R.E. and Mitchell Jr., G.E. 1973. Kenaf and rice straw for sheep. *J. Anim. Sci.* 37: 1251-1254.
- Swingle R.S., Urias, A.R., Doyle, J.C. and Voigt, R.L. 1978. Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and in vitro. *J. Anim. Sci.* 46: 1346-1350.
- Webber III, C.L., Bhardwaj, H.L. and Bledsoe, V.K. 2002. Kenaf Production: Fiber, Feed, and Seed. in: Trends in new crops and new uses. (Janick, J. and Whipkey, A. (eds)), ASHS Press, Alexandria, 327-339.
- Wilson, F.D., Summers, T.E., Joyner, J.F., Fishler, D.W. and Seale, C.C. 1965. 'Everglades 41' and 'Everglades 71', two new cultivars of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) for the fiber and seed. *Florida Agr. Expt. Sta. Cir.*, S-168. 12.
- Wing, J.M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of kenaf. *Feedstuffs* 39: 26.

**Effect of Cutting Height on Aboveground Yield of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under Upland and Paddy Field Conditions :** Katsuyoshi SHIMIZU<sup>1)</sup>, Michiko SHIBAYAMA<sup>2)</sup>, Sanae YAMANOUCHI<sup>3)</sup>, Rina KOSEKI<sup>3)</sup> and Naoto ISHIKAWA<sup>1)</sup> (<sup>1)</sup>*Faculty of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba 305-8572, Japan;* <sup>2)</sup>*Graduate School of Life and Environmental Science, Univ. of Tsukuba;* <sup>3)</sup>*College of Agrobiological Resources, Univ. of Tsukuba*)

**Abstract :** Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) is a potential alternative forage crop. The objective of this study was to examine the effect of cutting height on the yield in kenaf, cv. 'Everglades 41' harvested two times in a single growing season under upland and lowland field conditions. In Exp. 1, to clarify the optimum cutting height at the 1st cutting, we cut kenaf plants at a height of 15, 20, 25, 30 and 35 cm, and measured fresh and dry weights of the 1st-cut and the regrowth of the cut plants in pot experiments. In Exp. 2, kenaf plants grown under paddy field conditions were cut at a height of 25 cm in 2006, and 20 cm in 2007; while the plants grown in the upland field, were cut at a height of 20, 25 and 30 cm in both 2006 and 2007. In Exp. 1, no significant differences in the sum of the aboveground yield in the 1st cutting and regrowth plants among the different cutting heights. However, the yield of the plants cut at 25 and 30 cm tended to be higher than that of the plants cut at other heights. In Exp. 2, the regrowth rates after the 1st cutting in the upland field were extremely low (3.0~3.7%), and some irrigation water was needed after cutting at lower than 30 cm. Under the paddy field condition, however, although kenaf seedlings were transplanted to a water-logged paddy field with water at about 5cm depth of water, kenaf plants showed a regrowth rate of 100% and 97.4% in 2006 and 2007, respectively; and, they had a higher crude protein content. In addition, the low precipitation in summer did not severely affect the growth of kenaf in paddy fields differing from that in the upland field. Therefore it was estimated that kenaf could be produced as forage by harvesting two times a year in the paddy field.

**Key words :** Crude protein, Cutting height, Kenaf, Paddy field cultivation, Regrowth, Upland field cultivation.

---