

Short Report

熱帯サバンナ稲作におけるイネ科雑草 *Digitaria longiflora* 幼植物の出芽と生育に土壤水分と土壤処理除草剤が及ぼす影響

小川敦史¹, 薄井晶子², 曾根千晴¹, 森田弘彦¹

¹ 秋田県立大学生物資源科学部生物生産科学科

² 秋田県立大学大学院生物資源科学専攻

アフリカの熱帯サバンナ地域に位置するガーナ共和国では、都市化や人々の嗜好の変化から、コメの国内生産量の増加と生産体制の確立が急がれている。天水稲作を行うにあたり、未利用低湿地の開発による作付面積の拡大が必要であり、雑草が大きな問題である。本研究では、ガーナの圃場において問題となるイネ科雑草の1つである *Digitaria longiflora* の幼植物に関する生態的特徴について明らかにした。土壤含水比の違いにより *Digitaria longiflora* の地上部乾物重と草丈に差が見られたが、葉齢には差が見られなかった。Butachlor 除草剤の効果は、粒剤より乳剤の方が土壤水分の違いにより影響を受けなかった。1葉期までに乳剤を散布した場合、処理時の土壤含水比に関わらず除草効果を得られ、残存個体に対しても地上部生育が抑制されたが、1.5葉期での除草剤処理は効果が減少した。土壤含水比 60%程度の畑条件に保つことで、イネの良好な出芽率と草丈を確保し、除草剤散布による生育抑制を受けずに育成した。このとき Butachlor 除草剤の剤型の違いによるイネの生育に差がなかったため、土壤水分条件が変動する可能性を考慮すると、粒剤よりも乳剤がイネの生育に対する危険性は少ないと判断した。

キーワード: *Digitaria longiflora*, 土壤含水比, ブタクロール除草剤, NERICA

近年アフリカでは人口増加や経済発展の遅れにより、サハラ砂漠の南側に広がるサブサハラ・アフリカを中心に、貧困や食料不足が発生しており、飢餓状況も深刻化している(角田ら, 2012)。

アフリカの中でも近代化の進んでいる国の一つであるガーナ共和国では、人々の嗜好の変化や都市化により、伝統的に食されてきたキャッサバやトウモロコシに代わり、都市部を中心にコメの消費が急速に拡大してきた。しかし、コメの国内生産は需要量の3割程度で、外国からの輸入に頼らざるを得ない状況であり、国家の財政圧迫に繋がっている(森田, 2014)。また、ガーナ共和国ではイネ (*Oryza sativa*) の単位当たり収量が1ヘクタール当たり 2.8 トン(2015-2016年平均)と低く(FAOSTAT, 2017)、食料供給が人口増加に追い付いていない状況であり、

コメの国内生産量の増加と生産体制の確立が急がれている。

ガーナ共和国北部の Tamale 市をはじめとする熱帯サバンナ地帯では、4~10月は降雨が集中する雨季となり、11~3月は乾季となる。ここでは雨季の降水を待ってイネを播種し、天水条件で栽培される(森田, 2014)。このような水田は天水田と呼ばれる。天水田で稲作を行うことが多い西アフリカで、作物生産を行うことができる内陸の盆地は約 30000ヘクタールあると推定されるが、この土地の10%程度しか農業生産に使用されていないと推測される(Becker and Johnson, 2001)。また、ガーナ共和国北部の Zaw 村では資金不足によりトラクターが使用できないことなどを理由に、稲作を導入している農家は2割程度にとどまっている(角田ら, 2012)。さら

に、サブサハラ・アフリカ全体では、コメを生産しても都市市場で売れないため、農家の生産意欲が低下している問題もある。コメの需要が高い都市の市場では、低価格で高品質のコメが輸入されている。サブサハラ・アフリカの稲作は生産性が低いため、低価格で供給することが困難である。その上、国内の輸送コストが高く、精米技術が低いためアジアからの輸入米と比べて品質が劣る。こうした理由により地元産米は都市の市場で競争力がなく、したがって農家は都市向けに生産する意欲を失ってしまう（櫻井，2010）。これらの現状を考慮すると、未利用低湿地に灌漑や機械力に頼らない低コストで行うことができる天水稲作を導入できれば、十分な資本力を持たない零細農家の参入が進み、アフリカにおける食糧の安定確保や貧困改善にも大きく貢献することが見込め（山本ら，2012）、コメの生産を増強することにつながる。

このような問題を受け、農業生産力が非常に高いアフリカ地域の未開利用低湿地における低投入稲作技術開発のプロジェクトが進められ、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）とサバンナ農業研究所（SARI）の共同研究で、雨季の河川の増水で水を得やすい耕作地において、不耕起で稲作を行う研究が行われた（坂上，2012）。コメの増産には単位面積当たり収量を上げることと作付面積を増やすことの2つの側面があるが、灌漑の無い天水田は水管理が十分に出来ず、単位面積当たり収量を上げることは難しい（Becker and Johnson, 2001；川島，2014）。そのため、このプロジェクトのような未利用低湿地の開発による作付面積の拡大が必要とされている。

効果的なコメの生産を行うために、以上のような環境で収量増加の妨げとなる、水田雑草の制御における実態の把握と生態の解明が不可欠である。サバンナ低湿地のイネ圃場において、イネと同じイネ科に属し、防除が困難であるイネ科雑草が調べられ、その中でも日本のメヒシバの一種である *Digitaria longiflora*, *Paspalum scorobiculatum*（スズメノコビエ）、日本に近縁の種は無い *Acroceras zizanioides* の3種が問題とされた（森田，2014）。優占種は、*Paspalum scorobiculatum* と *Digitaria spp.* であり（内野，2015）、これらが圃場に繁茂することにより除草への労力を

要する事態を招いている。

水管理が困難な天水田において、土壌水分によってイネや雑草の生育や除草効果は左右される。九州地方で採集されたメヒシバ（*Digitaria ciliaris*）に関して、生育は高水分より低水分で著しく劣ることや（山本ら，1976）、アフリカのイネの推奨品種であるNERICAは土壌水分の低下に伴い収量が低下すること（菊田ら，2013）が明らかとなっている。

天水田は多くの場合が不耕起状態でイネが播種されるため、雑草が繁茂し、除草剤の使用が必要となる。ガーナ共和国北部では土壌処理剤としてブタクロールを成分とした液剤や、茎葉処理剤としてプロパニルと2,4-Dの混合液剤などが流通している（内野，2015）。ブタクロール土壌処理除草剤に関して、酸アミド系除草剤によるイネに対する作用性は土壌水分あたりの水可溶の除草剤濃度に依存し、効果は土壌の性質に支配される（杉山ら，1990）ことが報告されている。また、イネの乳苗は稚苗より除草剤に対する感受性が高く、場合によってはブタクロール除草剤の薬害によって葉身および葉鞘の伸長抑制やいびつ根形成等を引き起こす可能性がある（藤田，1996）。そのため、除草剤施用やイネ播種時の土壌水分はイネの生育において重要な要因となり、適切な土壌水分を把握することは稲作において必要な知見である。

ガーナ共和国で稲作を行うにあたり、天水稲作で問題となるイネ科雑草の幼植物について、異なった土壌水分への生育の反応や除草剤散布による効果は明らかになっていない。そのため、防除可能時期である各種雑草の幼植物と、直播されたイネの出芽や生育に関して、土壌水分や土壌の違いによる除草剤の効果を検査する必要がある。

以上を踏まえ、本研究では難防除雑草であるメヒシバの一種である *Digitaria longiflora* に注目して、1) 土壌水分の違いが初期生育に与える影響、2) *Digitaria longiflora* 防除のためにブタクロール除草剤の適切な散布時期および除草剤の乳剤と粒剤による剤型の効果を比較、3) ブタクロール除草剤の安全な使用条件を探るため、播種直後の除草剤散布がNERICA (*O.sativa*×*O.glaberrima*) の生育へ与える影響について明らかにした。これらを通して、ガーナ

共和国北部の熱帯サバンナ地域では年間を通して土壌水分が大きく変化することに着眼し、土壌水分の変動における *Digitaria longiflora* とイネの生育を把握し、効果的な除草剤の使用方法を検討した。さらに以上の基本的情報を元に、現地での効果的で省力・省コスト的な雑草制御に役立てる稲作の栽培指針を提案する。

材料と方法

供試材料として、メヒシバの一種 *Digitaria longiflora* およびアジアイネとアフリカイネの種間交雑に由来する NERICA (NERICA 1, 以下 NERICA と称す) を使用した。栽培は秋田県立大学、人工気象室 (室温: 24.8 °C/20.7 °C, 明期 16 暗期 8 時間, 光合成光量子束密度: 114 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 内で行った。

実験 1: 土壌含水比の違いが *Digitaria longiflora* の初期生育に与える影響

300 cm^3 ディスポカップに黒ボク土乾土 98 g を充填し、代掻きを行った。*Digitaria longiflora* の種子をシャーレに播種し、インキュベータで 1 葉期まで生育させたのち、3 本立てとなるよう移植した。土壌含水比を 51, 55, 59, 67, 75, 83, 90, 98, 106, 114, 122 % とし、各処理区 3 反復に設定した。移植後、各土壌水分になるよう、秤を用いて水分調整を行い、同様に一日に一度灌水を行った。土壌含水比は乾土 1 g に対する水分量 (水 g/乾土 g \times 100) として計算した。土壌水分の処理を 40 日間行い、処理最終日に葉齢、草丈、地上部乾物重を測定した。

実験 2: *Digitaria longiflora* に対する除草剤の剤型間効果比較

300 cm^3 ディスポカップに黒ボク土乾土 171 g を充填し、代掻きを行った。*Digitaria longiflora* の種子を 9 粒播種し、生育の揃った個体を供試し、後から出芽した個体は取り除いた。土壌含水比を 38, 60, 100% の三段階に設定し、各処理区 3 反復設定した。各土壌水分になるよう、秤を用いて一日に一度水分調整を行った。土壌含水比は実験 1 で示した方法で計算した。除草剤処理時の葉齢は、出芽直後 (0.3

葉期), 1 葉期, 1.5 葉期とし、同一成分量 (1.5 kg a.i. / ha) を、粒剤、乳剤でそれぞれ散布した。ブタクロール成分 5 % 粒剤 (マーシエット粒剤 5 日産化学工業株式会社) は、1 ポットあたり 15 mg を株下に静置、乳剤 (マーシエット乳剤 日本農薬株式会社, ブタクロール成分 32%) は 50 倍に希釈後 1 m^2 あたり 51 ml を噴霧器により散布した。栽培日数は除草剤散布後 15 日間とし、最終日に植物体を採取し、残存個体の地上部乾物重、草丈、葉齢を測定した。除草剤によって溶けて形が無くなった個体と、白化した個体を枯死個体として計測した。また、枯死率は枯死個体数/供試した個体数 \times 100 として算出した。

実験 3: イネの成長に対する除草剤の影響

300 cm^3 ディスポカップに黒ボク土乾土 171 g を充填し、代掻きを行った。両品種のイネを 7 粒播種し、出芽したものを実験に用いた。土壌含水比を 38, 60, 100% の三段階に設定し、各処理区 3 反復に設定した。播種後、各土壌水分になるよう、秤を用いて水分調整を行い、同様に一日に一度水分調整を行った。土壌含水比は実験 1 で示した方法で計算した。除草剤は、播種と同時に同一成分量 (1.5 kg a.i. / ha) を、粒剤、乳剤でそれぞれ散布した。ブタクロール成分 5 % 粒剤は、1 ポットあたり 15 mg を株下に静置、乳剤は 50 倍に希釈後、1 m^2 あたり 51 ml を噴霧器により散布した。栽培日数は 35 日間とし、栽培最終日に植物体を採取し、生存個体の地上部乾物重、草丈、葉齢の測定を行った。

統計処理

データは、Tukey 法による多重比較により統計処理を行った。

結果

実験 1: 土壌含水比の違いが *Digitaria longiflora* の初期生育に与える影響

地上部乾物重は土壌含水比 67% 以上の条件下で増加傾向にあった。一方で、含水比 50% 付近で地上部乾物重は著しく低下した (図 1-a)。葉齢は、土壌水分による大きな差異は見られなかった (図 1-b)。

草丈は土壌含水比 59%以上の土壌含水比下において草丈の値は大きくなり、草丈が土壌含水比に対して示す反応は、乾物重の土壌含水比への反応と似た傾向にあった (図 1-c)。

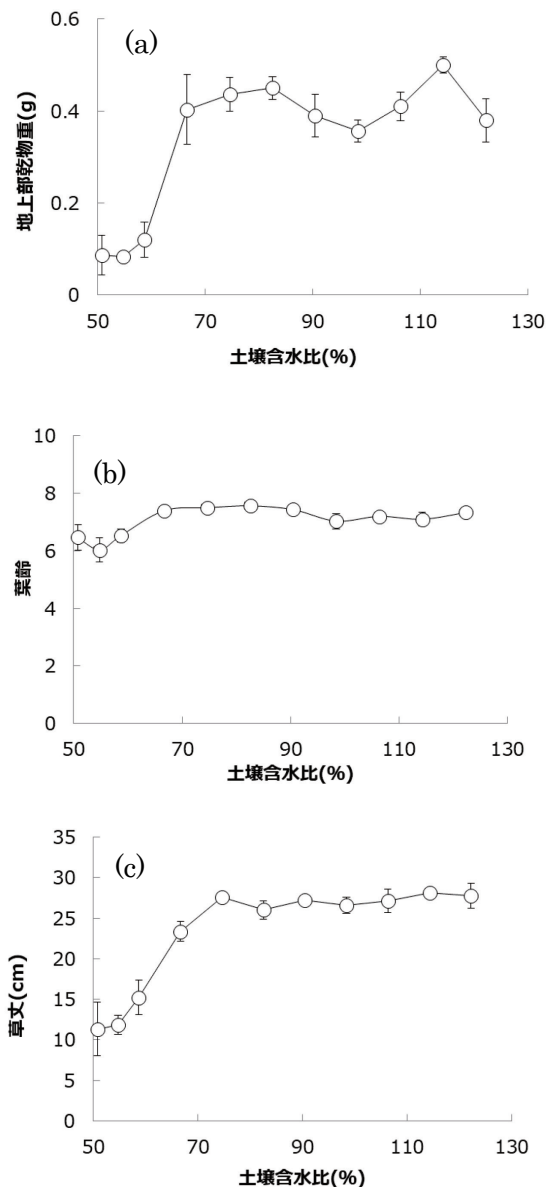


図 1 異なる土壌水分が (a) 地上部乾物重, (b) 葉齢, (c) 草丈に及ぼす影響. 各値は 3 反復の平均値, バーは標準誤差を示す.

実験 2 : *Digitaria longiflora* に対する除草剤の剤型間効果比較

枯死率は乳剤処理区において, 0.3 葉期処理区では土壌含水比 100%で最も高く 100%となったが, 土壌含水比 38%および 60%と比較すると有意差はなかった (図 2). 1 葉期処理区では土壌含水比 38%およ

び 100%において, 枯死率が 100%となり, 高い効果が見られた. 1.5 葉期になると除草効果は大きく低下し, 最も枯殺効果が高い土壌含水比 100%処理区でも 50%程度であった. 粒剤処理区において, 0.3 葉期処理区では土壌含水比の上昇に伴い枯死率が増加し, 土壌含水比 100%で最も高かった. 1 葉期処理区では 0.3 葉期処理区と同様に, 土壌含水比の上昇に伴い枯死率は増加したが, 処理区間に有意差は無かった. 1.5 葉期処理区では, 土壌含水比と除草剤の効果の関係は判然としなかった.

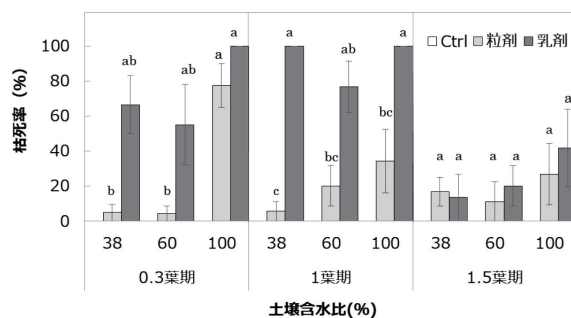


図 2 異なる葉齢におけるブタクロール処理の剤型と土壌水分の違いが処理後 15 日目における *Digitaria longiflora* の枯死率に与える影響. 各値はサンプルの平均値, バーは標準誤差を示す. Ctrl は除草剤無処理区を示す. 異なるアルファベット間には同葉齢内で 5%水準で有意差があることを示す.

残存個体の地上部乾物重は乳剤処理区において, 0.3 葉期処理区では各土壌含水比で除草剤無処理区と比較して減少する傾向にあった (図 3-a). 1 葉期処理区では 0.3 葉期処理区と同様に, 各土壌含水比で除草剤無処理区と比較して地上部乾物重が減少する傾向にあった (図 3-b). 1.5 葉期処理区では, 土壌含水比 100%では除草剤無処理区との間に有意差があったが, その他の土壌含水比は除草剤無処理区との差は見られなかった (図 3-c). 粒剤処理区において地上部乾物重は, 0.3 葉期処理区では土壌含水比 60%において除草剤無処理区間に有意差が見られた (図 3-a). 1 葉期および 1.5 葉期処理区では, いずれの土壌含水比下においても除草剤無処理区間に有意差は見られなかった (図 3-b, c).

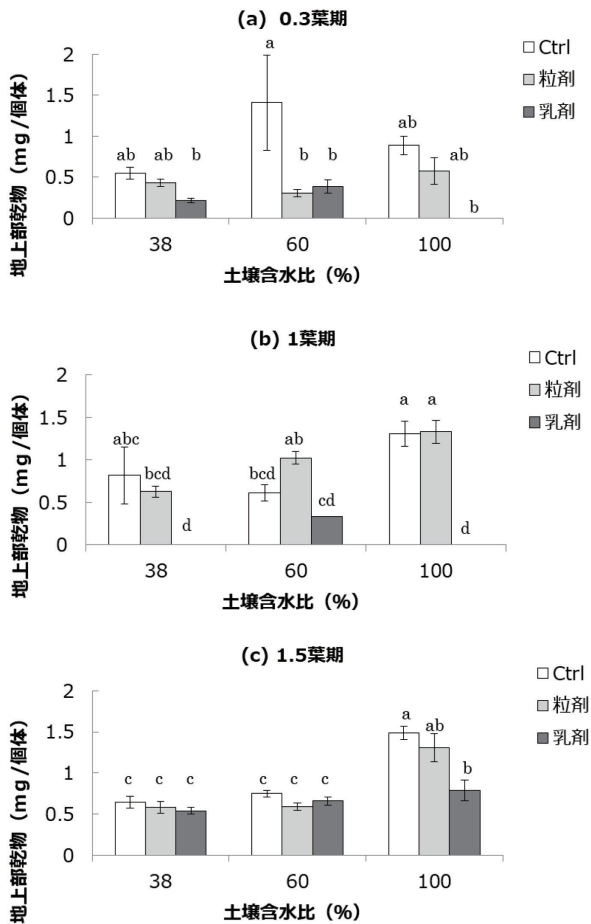


図3 異なる葉齢におけるブタクロール処理の剤型と土壌水分の違いが処理後15日目における *Digitaria longiflora* の地上部乾物重に与える影響。各値はサンプルの平均値、バーは標準誤差を示す。Ctrlは除草剤無処理区を示す。異なるアルファベット間には同葉齢内で5%水準で有意差があることを示す。

残存個体の草丈は乳剤処理区において、0.3および1葉期処理区ではいずれの土壌含水比下においても除草剤無処理区間に有意差が見られた(図4-a, b)。1.5葉期処理区では、土壌含水比100%処理区において除草剤無処理区との有意差が見られたが、その他の土壌含水比下では除草剤の効果は見られなかった(図2-3c)。粒剤処理区において、0.3葉期処理区では、土壌含水比60%および100%において除草剤無処理区との間に有意差が見られた(図4-a)。1葉期処理区では、土壌含水比100%において、除草剤無処理区との間に有意差が見られた(図4-b)。1.5葉期処理区では、いずれの土壌含水比下においても

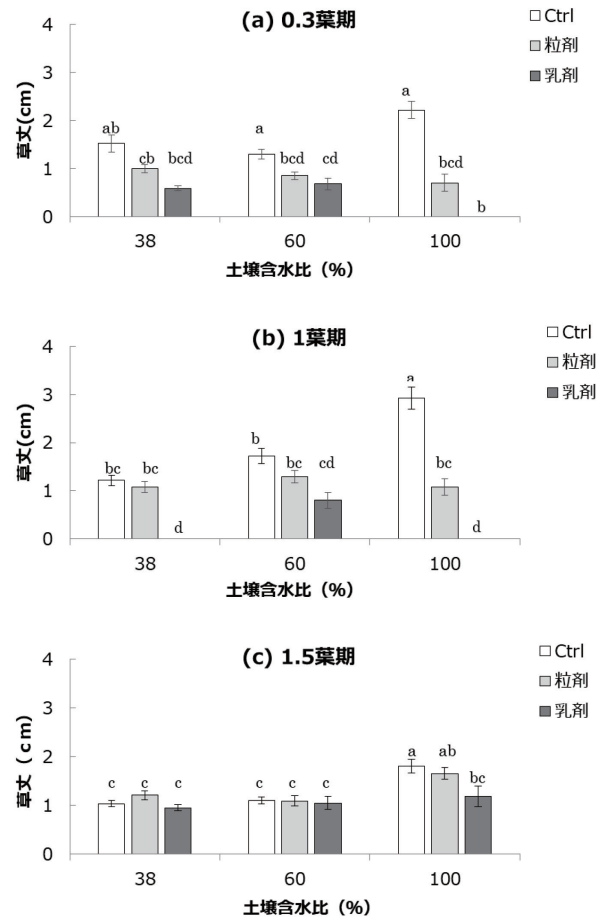


図4 異なる葉齢におけるブタクロール処理の剤型と土壌水分の違いが処理後15日目における *Digitaria longiflora* の草丈に与える影響。各値はサンプルの平均値、バーは標準誤差を示す。Ctrlは除草剤無処理区を示す。異なるアルファベット間には同葉齢内で5%水準で有意差があることを示す。

除草剤無処理区との有意差はなかった(図4-c)。

実験3: イネの成長に対する除草剤の影響

出芽率は、各土壌含水比内で除草剤処理区と除草剤無処理区間を比較すると有意差はなく、除草剤による出芽の抑制は見られなかった(図5-a)。また、土壌含水比38%の下では土壌含水比60%および100%の下に比べ、出芽率は著しく低い傾向にあった。

草丈は、除草剤無処理区と比較して土壌含水比100%の下において、両除草剤処理区の草丈が抑制された(図5-b)。また、土壌含水比38%の下では土壌含水比60%および100%の下に比べ、除草剤処理の

有無にかかわらず草丈は著しく低い傾向にあった。

地上部乾物重は、土壌含水比間に有意差はなかったが、土壌含水比 100%の下において、除草剤無処理区と比較して除草剤処理区では地上部乾物重は小さくなり、その程度は粒剤よりも乳剤で大きかった (図 5-c)。

考察

アフリカの熱帯サバンナ地域に位置するガーナ共和国では、都市化や人々の嗜好の変化から、コメの国内生産量の増加と生産体制の確立が急がれている。天水稲作を行うにあたり、未利用低湿地の開発による作付面積の拡大が必要であり、そこでは雑草が大きな問題となる。本研究では、現地の圃場において問題となるイネ科雑草の 1 つである *Digitaria longiflora* における幼植物に関する生態的特徴について明らかにした。

ガーナ共和国では年間を通して水田の土壌水分が変化することに着眼し、*Digitaria longiflora* 幼植物の土壌水分への生育反応と種間差を検討した。土壌含水比の違いにより地上部乾物重と草丈に大きな差が見られたが、葉齢は設定した土壌水分条件を通して大きな生育差は見られなかった (図 1)。また、土壌含水比 50%ほどの乾燥ストレスに対しては生育が抑制される傾向があった。地上部乾物重と草丈の結果より、雑草バイオマスの増加は草丈の伸長が主要因であると推測された。*Digitaria longiflora* は内部のサバンナ地帯に生息することが知られており (Innes and Clayton, 1977)、乾燥した土壌水分下での生育は適さないと考える。しかしながら、試験区を通して枯死する個体は見られず、土壌水分のみにより雑草を抑えることは困難であり、除草剤の効果的な使用方法を検討することが必要であると判断した。

そこで最も除草剤が効果的に作用する条件を把握するため、*Digitaria longiflora* に対して適切な除草剤散布時期および、ブタクロール除草剤の乳剤と粒剤による剤型の効果を比較した。枯死率の結果より、乳剤は 0.3 および 1 葉期においては、比較的散布時の土壌水分に左右されずに除草剤効果が得られた。粒剤は 0.3 葉期に処理することで、土壌含水比 100%では乳剤と同等の効果があつたが、1 葉期以上または土壌含水比が 100%未満では枯死率は低くなった (図 2)。また残存個体における生長は、0.3 および 1 葉期に除草剤を散布した処理区では、粒剤と比較すると乳剤が高い効果を示す傾向にあつた (図 3, 4)。これらの結果から、乳剤は粒剤より土壌水分に左右されにくい傾向があつた。0.3, 1 葉期に乳剤を

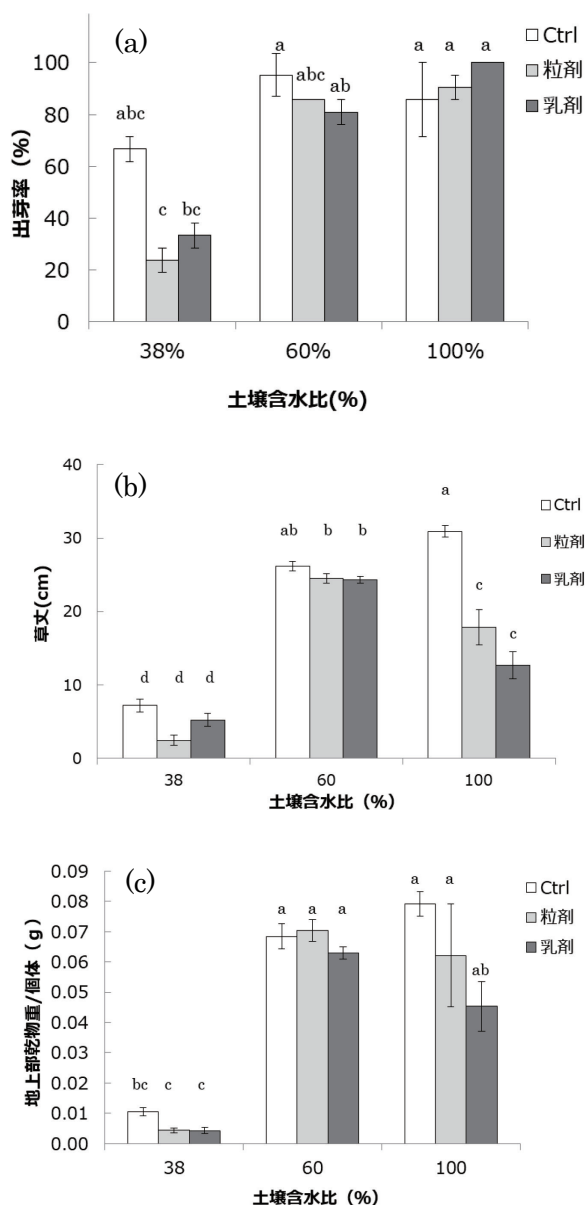


図5 ブタクロールの剤型と土壌水分の違いが播種後 35 日目におけるイネの (a) 出芽率, (b) 草丈, (c) 地上部乾物重に及ぼす影響。各値はサンプルの平均値を示し、バーは標準誤差を示す。異なるアルファベット間には 5%水準で有意差があることを示す。

散布した場合、処理時の土壌含水比に関わらず除草効果を得られ、残存個体に対しても地上部の抑制が期待できた。一方で、1.5 葉期での除草剤処理は効果が減少した。したがって、早期除草処理により効率化と低コスト化を図ることができると考えられた。除草剤の剤型による殺草力の比較を行った研究では、粒剤よりも乳剤の方が効果は高く、その要因として乳剤は水中における分散性が早く、大きいためであるということが明らかになっている（古谷と荒井、1966）。本研究で設定した土壌水分条件下においても、粒剤は土壌含水比 100%以下の水分条件下では十分に分散できず、植物体に成分が吸収されなかったことにより、除草効果が低下したと考えられた。また、粒剤と乳剤の剤型の性質を比較した際に、乳剤は植物への浸透力が高く固形粒子剤型を比べて即効性が高くなる（桑野ら、2004）。現地圃場では、雨季開始時期は降雨が不安定であり、即効性が高い薬剤の使用はメリットが多いと考えられる。以上より、粒剤と比較すると土壌水分によって効果の変動が小さい乳剤は、ガーナ共和国の水分状態が不安定な圃場において除草効果が期待できる。しかし、乳剤の作用性に関して、乳剤も粒剤と同様に土壌含水量によって効果は変動し、低水分区で効力が低下するとの報告があり（近内、1971）、適切な土壌水分を保ち乳剤を散布することによって、より効果的な除草を行うことができ、低コストで雑草防除が可能と考える。また、本実験で使用した除草剤は、本来、日本の水田において、粒剤が移植水稻において、乳剤が移植、直播水稻において使用可能である。これは、除草効果への差異を生じさせた要因の一つであったと考えられた。

ガーナで流通するブタクロール液剤はイネへの薬害はほとんどないことが報告されているが（内野、2011）、乳剤、粒剤についても検討が必要である。そこで、イネ播種直後の異なる土壌水分や異なる剤型の除草剤散布がアジアイネとアフリカイネの種間交雑に由来する NERICA への生育の影響について検討した。イネの出芽について、出芽は土壌水分状態に左右され、土壌含水比 60%以上の土壌水分条件下において良好であった（図 5-a）。また、土壌含水比 60%および 100%の下においては除草剤無処理区に次い

で粒剤、乳剤処理区と出芽率は低くなる傾向があり、除草剤による影響が示唆された。このことから、アフリカの推奨品種である NERICA を十分に出芽させ、初期生育を確立するためには土壌含水比 60%程度の畑条件が適すると判断した。土壌含水比 100%下では土壌含水比 60%下と比較すると土壌中の酸素が乏しく、出芽までの時間を要したと推測した。イネへの薬害について、除草剤処理による草丈と地上部乾物重への影響が確認され、土壌含水比 100%下での除草剤散布により生育が抑制される傾向にあり、その程度は粒剤よりも乳剤で大きかった（図 5-b, c）。このことから、土壌含水比 100%下での除草剤散布はイネの初期生育に対して悪影響を及ぼす可能性があり、特に乳剤を処理した場合でその傾向が大きく、以上の条件下での除草剤散布は適さないと判断した。これらの結果より、イネ播種後の初期生育において、土壌水分を土壌含水比 60%程度の畑条件に保つことで、良好なイネの出芽率と草丈を確保し、除草剤散布による生育抑制を受けることなくイネを育成させることができると考える。また、除草剤の剤型は、土壌含水比 60%下において草丈と地上部乾物重に剤型間の効果に差がなかったため、土壌水分条件が変動する可能性を考慮すると、粒剤よりも乳剤がイネの生育に対する危険性は少ないと判断した。

本研究の結果より、*Digitaria longiflora* では 1 以下の葉齢での乳剤散布により、土壌水分に左右されることなく枯死率を得ることができた。しかし、イネに対する薬害を考慮すると、土壌含水比 100%では乳剤の散布は適さないと判断した。ガーナ共和国では雨季の天水により稲作を行うが、雨季開始の雑草の出芽初期において、イネの薬害を発生させると考えられる連続する降雨を避け乳剤を用いることで、省力・省コスト的な除草を行うことができると考えられた。

本研究では、無漏水条件で除草効果とイネへの影響を検討したが、実際の圃場では除草剤の分解や降雨等の影響で除草効果の変動が想定されるため、今後その様な条件を想定し、更に検討が必要であると考える。

謝辞

英文校閲をしていただきました Enago (www.enago.jp) に感謝いたします。

文献

Becker, M. & Johnson, D.E. (2001). Improved water control and crop management effects on lowland rice productivity in West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 59(2), 119-127.

FAOSTAT. (2017). Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

藤田究 (1996) . 「水稻乳苗の生育に及ぼす数種土壌処理型除草剤の影響」『雑草研究』 41 (1) 44-54.

古谷勝司, 荒井正雄 (1966) . 「Diphenylether 系除草剤の作用性に関する研究」『雑草研究』 1966 (5) 99-105.

Innes, R.R. & Clayton, W.D. (1977). *A manual of Ghana grasses.*(pp.289). Ministry of Overseas Development.

川島博之『水資源と世界の食料生産—イスラムの膨張と水資源—』. Retrieved from http://www.jiic.or.jp/files/04public/02ardec/ardec38/key_note1.html

菊田真由実, 有田直矢, 山本由徳 (2013). 「異なる土壌水分条件における NERICA イネの収量性」『日本作物学会紀事』 82 (別2) 64-65.

桑野栄一, 首藤義博, 田村廣人 (2004). 『農薬の科学 -生物制御と植物保護-』 (pp.179-180). 朝倉書店.

森田弘彦 (2014). 「アフリカ稲作振興に向けた西アフリカのサバンナ低湿地帯の雑草データベース」『植調』 48 (7) 8-15.

坂上潤一 (2012). 「アフリカ低湿地における稲作面積拡大の可能性と課題」『熱帯農業研究』 5 (2) 152-169.

櫻井武司 (2010). 「アフリカ—サブサハラ・アフリカの食料需給動向」『平成 22 年度世界の食料需給の中長期的な見通しに関する研究』 (pp. 167-182). 農林水産政策研究所.

杉山浩, 宮駒一雄, 小林勝一郎 (1990). 「ブタクロ

ール並びにプレチラクロールの水田土壌中濃度と稲に対する作用性」『雑草研究』 35 (2) 116-121. 角田毅, 大矢徹治, 坂上潤一, 安藤益夫 (2012). 「アフリカ氾濫低湿地における稲作導入の実態と課題」『熱帯農業研究』 5 (2) 153-155.

近内誠登 (1971). 「除草剤の各種剤形と効果」『雑草研究』 1971 (12) 7-13.

内野彰 (2011). 「雑草防除技術の開発 (1) 現地雑草の生理生体に基づく除草剤を利用した雑草管理システムの開発」『アフリカ低湿地プロジェクト進捗報告』

内野彰 (2015). 「ガーナ共和国のサバンナ低湿地稲作圃場における除草剤を利用した雑草防除体系と防除効果に及ぼす播種時期の影響」『日本雑草学会第 54 回大会講演要旨集』 73.

山本泰由, 大庭寅雄 (1976). 「畑地かんがい栽培における雑草発生生態と防除 第 2 報 要畑雑草の出芽生育と土壌水分の関係」『雑草研究』 21 (4) 172-176.

山本由紀代, 辻本泰弘, 藤原洋一, 坂上潤一 (2012). 「西アフリカの未利用低湿地における稲作面積拡大のための適地評価手法の開発」『熱帯農業研究』 5 (2) 156-159.

〔 令和 2 年 6 月 30 日受付
令和 2 年 7 月 16 日受理 〕

Effects of Soil Moisture and Soil-treated Herbicides on the Emergence and Growth of *Digitaria longiflora* (crabgrass) and Seedlings in Tropical Savanna Rice Cultivation

Atsushi Ogawa¹, Akiko Usui², Chiharu Sone¹, Hirohiko Morita¹

¹ Department of Biological Production, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

² Graduate School of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

In the Republic of Ghana, which is located in the tropical savanna region of Africa, urbanization and changes in people's tastes have created the urgent need to increase domestic rice production and establish a production system. In rainfed rice cultivation, weeds are a serious problem, as it is necessary to expand planting areas by developing unused lowland. This study clarified the ecological characteristics of *Digitaria longiflora* seedlings, a species of crabgrass in Ghana. Variations in soil water content showed differences in above-ground dry weight and plant height of *Digitaria longiflora*, but no differences in leaf age. The effect of the Butachlor herbicide was not influenced by the difference of soil moisture in emulsion than in granule. When the emulsion was sprayed up to the first leaf stage, the herbicidal effect was obtained regardless of the soil water content at the time of treatment, and above-ground growth was suppressed even for the remaining individuals. The herbicide treatment at the 1.5 leaf stage was less effective. By maintaining a soil water content ratio of approximately 60% in the field, a good germination rate of rice was secured, and it grew without being restricted by the growth of herbicide. At this time, there was no difference in the growth of rice due to differences in the formulation of the Butachlor herbicide; therefore, it was concluded that the emulsion was less risky than granule for rice growth when considering the possibility that the soil water condition changed.

Keywords: *Digitaria longiflora*, soil water content, Butachlor herbicide, NERICA