

新登録農薬紹介

新規茎葉処理除草剤「ラウンドアップマックスロード[®]液剤」

日産化学工業株式会社 開発・登録部 藤山正康

1. はじめに

ラウンドアップマックスロード[®](グリホサートカリウム塩48%：試験名；NC-622液剤)は、日産化学工業(株)が開発した非選択性の茎葉処理型除草剤である。

ラウンドアップ[®]は優れた除草効果と高い安全性ゆえに、世界150ヵ国以上の国々で使用されている。国内では1980年にラウンドアップ[®](グリホサートイソプロピルアミン塩41%)が登録され、1999年には吸収移行性¹⁾を高めることでスギナへの効果及び耐雨性(処理後3時間)を向上させたラウンドアップハイロード[®](グリホサートアンモニウム塩41%)が登録となり、最も主要な茎葉処理剤として農家に定着している。

一方、更なる改善要望としては、スギナの防除時期拡大、耐雨性(処理後の降雨による除草効果への影響)の向上、低温条件下及び処理時間(早朝処理など朝露のある条件も含む処理時間)での効果安定性などが挙げられ、これらの要望に応えた製剤としてNC-622液剤(商品名：ラウンドアップマックスロード[®])を開発した。

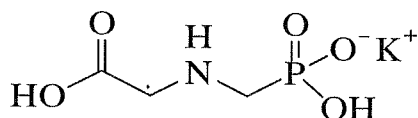
本剤は(財)日本植物調節剤研究協会を通じて2004年から公的機関での評価・検討がなされ2006年9月6日付けで初回登録(果樹、水稲及び緑地管理場面)となった。現在、野菜、畑、草地及び林業場面など適用作物登録の拡充に向けた試験を継続している。

本報告では、従来のグリホサート剤と比べて改善された除草活性の違いを紹介する。

2. 構造・物理化学的性状及び安全性

本剤の有効成分及び製剤の物理化学的性状と安全性を図-1に示す。ラウンドアップマックスロード[®]は、その有効成分であるグリホサートカリウム塩48.0%とその他成分(水、界面活性剤)52.0%の製剤組成である。グリホサートは自然界に広く分布するアミノ酸の一種であるグリシンと肥料の一成分であるりん酸が結合した非常に低毒性の物質である。

本剤は土壌に吸着後、土壌中の微生物により水・炭酸ガスなどの天然物質へと分解され、自然環境において濃縮・蓄積・残留または汚染など悪影響を及ぼさない。また、作用機作としては、植物の生長に必要なアミノ酸の合成にあずかるシキミ酸経路を特異的に阻害し、植物の生長を停止させ枯死に至らせる。この経路は植物



化学名：カリウム=N-(ホスホノメチル) グリシナート

一般名：グリホサートカリウム塩

有効成分：グリホサートカリウム塩 48%

性状：淡黄赤色澄清水溶性液体

比重：1.37 (20℃)

pH：4.2

魚毒性(製剤)：

コイ LC50 (96hr)：32.7 mg/L,

オオミジンコ EC50 (48hr)：7.07mg/L

人畜毒性(製剤)：

急性経口毒性(ラット LD50)：> 2,000 mg/kg

急性経皮毒性(ラット LD50)：> 2,000 mg/kg

図-1 グリホサートカリウム塩48%液剤の物理化学的性状及び安全性

に独自の経路であるため、哺乳動物や他の有用生物に対する作用はない。

3. 製剤特性

(1) ^{14}C グリホサートを用いてのスギナ体内及び地下部への吸収移行

製剤特性を明らかにするために ^{14}C グリホサートを用いて新規グリホサートカリウム塩48%液剤と従来剤のグリホサートアンモニウム塩41%液剤との植物体内への取り込み量及び地下部への移行量についてスギナで検討した。

その結果、グリホサートカリウム塩48%液剤はグリホサートアンモニウム塩41%液剤に比べ活性成分であるグリホサートの植物体内への吸収量は処理1時間後で約2倍、地下部へ移行したグリホサート量も処理24時間後で約2倍以上であった。このようにグリホサートカリウム塩48%液剤は、従来剤と比べ短時間でより多くの活性成分が地下部へ移行するという製剤特性を示した(図-2, 図-3)。

(2) 界面活性剤による除草効果の違い

グリホサートカリウム塩48%液剤(540gae/L)は、グリホサートアンモニウム塩41%液剤(460gae/L)、及びグリホサートイソプロピルアミン塩41%液剤(360gae/L)に比べ、製剤中に活

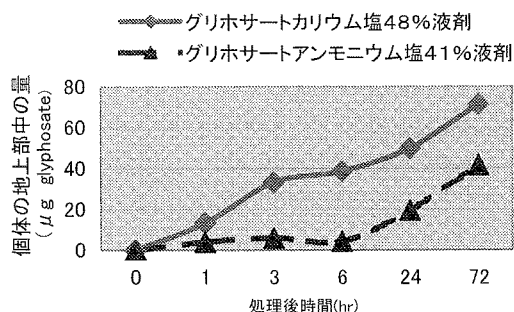


図-2 スギナの地上部におけるグリホサートの量

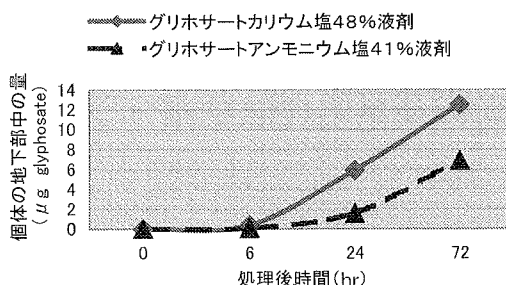


図-3 スギナの地下部におけるグリホサートの量

試験場所：日産化学工業(株) 生物科学研究所 (2006年)
処理方法：スギナ地上部の中心からやや上の葉に各薬剤の25倍希釈液をガラスマイクロシリンジで4 μlを滴下した。その後、所定時間に水洗浄後、スギナの地上部と地下部のグリホサート量を測定した。

性成分であるグリホサートの量を多く含んでいる。

本試験は製剤特性を明らかにするために同一活性成分量での除草活性の違いをスギナを用いて検討した。従って、各製剤の処理量としては、グリホサートカリウム塩48%液剤1.85L/10a、グリホサートアンモニウム塩41%液剤2.17L/10a、及びグリホサートイソプロピルアミン塩41%液剤2.78L/10aとし、処理1時間後に人工的に2mmの降雨を降らせることでより明確な差を出す試験設定とした。

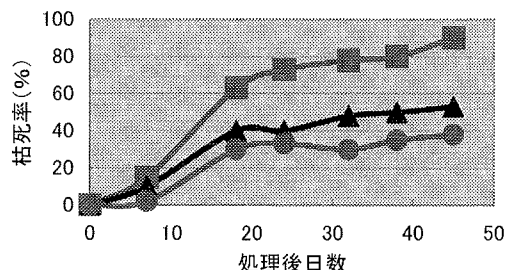
結果として、グリホサートカリウム塩48%液剤は、グリホサートの同一活性成分量比較において、明らかに従来剤と比べて高い除草活性を示した(図-4)。異なる塩の違いによる除草効果に差はないことが知られており²⁾、この除草効果の違いは、グリホサートカリウム塩48%液剤に含まれる界面活性剤の性能差による効果の違いと考えられた。現在、本製剤の特許を出願中である。

4. 除草活性

1) 異なるスギナ生育ステージでの効果安定性

難防除雑草の代表格とされるスギナに対し、グリホサート剤の有効性は認知されているが、

- ▲ グリホサートカリウム塩 48%液剤(1.85L/10a)
- グリホサートアンモニウム塩 41%液剤(2.17L/10a)
- グリホサートイソプロピルアミン塩 41%液剤(2.78L/10a)



図－4. グリホサート同一活性成分量での効果比較

試験場所：(財) 日本植物調節剤研究協会研究所 (2006)

供試雑草：スギナ (平均草丈：42cm)

処 理 日：2006 年 7 月 14 日 (散布水量：50L/10a)

降雨条件：薬剤処理 1 時間後に 2mm の人工降雨

生育がすすんだスギナ衰退期処理では、グリホサート剤の除草効果は、生育旺盛期と比較して劣るという報告³⁾がある。本試験では、スギナの生育ステージによる効果の違いを 2005 年及び 2006 年に (財) 日本植物調節剤研究協会研究所の同一圃場で検討した。

2005 年及び 2006 年の 2 年に渡って実施した試験結果として、グリホサートカリウム塩 48% 液剤は従来剤と比べ生育ステージの進んだスギナに対しても高い効果を示し、本剤のスギナを防除できる処理適期幅が広いという除草特性を示した (図－5, 図－6)。

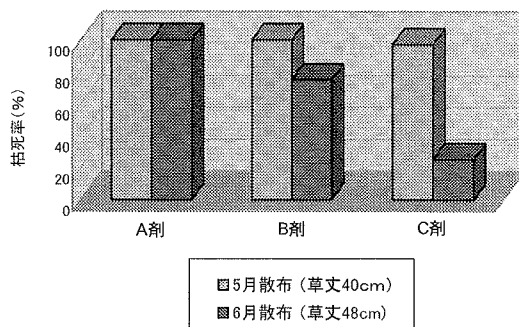
2) 耐雨性の向上

a) 処理 1 時間後の降雨条件下での効果比較

図－2 に示したように、グリホサートカリウム塩 48% 液剤は従来剤と比べより短時間で多くの活性成分を植物体内に取り込むという特性を持つことから、本剤の耐雨性効果試験 (処理 1 時間後での降雨) を実施した。

その結果、グリホサートカリウム塩 48% 液剤は従来剤と比べ処理 1 時間後の降雨でも無降雨

- A 剤：グリホサートカリウム塩 48%液剤
- B 剤：グリホサートアンモニウム塩 41%液剤
- C 剤：グリホサートイソプロピルアミン塩 41%液剤



図－5 同一圃場での異なる処理時期のスギナへの効果 (2005)

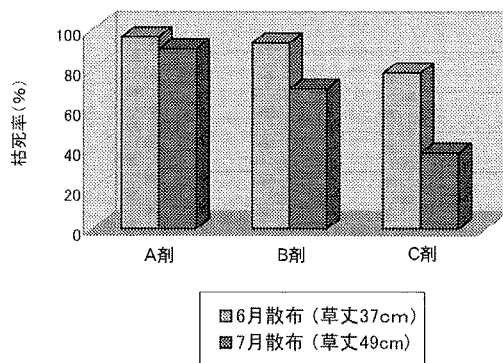
試験場所：(財) 日本植物調節剤研究協会研究所

処 理 日：2005 年 5 月 19 日 (スギナ草丈：40cm)

2005 年 6 月 14 日 (スギナ草丈：48cm)

散布水量：50L/10a, 観察：処理 51～59 日後

- A 剤：グリホサートカリウム塩 48%液剤
- B 剤：グリホサートアンモニウム塩 41%液剤
- C 剤：グリホサートイソプロピルアミン塩 41%液剤



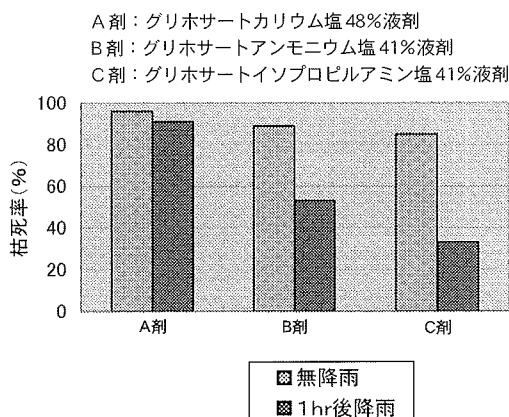
図－6 同一圃場での異なる処理時期のスギナへの効果 (2006)

試験場所：(財) 日本植物調節剤研究協会研究所

処 理 日：2006 年 6 月 20 日 (スギナ草丈：37cm)

2006 年 7 月 13 日 (スギナ草丈：49cm)

散布水量：50L/10a, 観察：処理 55～63 日後



図－7 スギナに対する耐雨性の効果比較

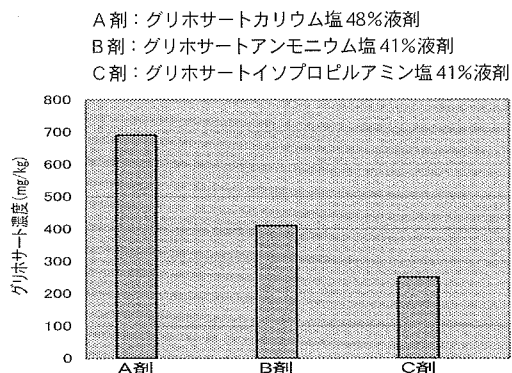
試験場所：埼玉県南埼玉郡白岡町（日産化学工業株式会社）
処 理 日：2005 年 5 月 17 日（スギナ草丈：20～30 cm）
処理薬量 / 散布水量：2L/75L/10a
降雨条件：薬剤処理 1 時間後に人工的に 2mm の降雨。

同様に高い効果を示した（図－7）。耐雨性に関する注意事項（効果に悪影響を及ぼす処理から降雨までの時間）では、従来剤のラウンドアップは処理 6 時間以内、ラウンドアップハイロードは処理 3 時間以内であるのに対し、本剤は処理 1 時間以内と記載されている。

b) 耐雨性試験でのスギナ体内中のグリホサート定量分析

グリホサートカリウム塩 48%液剤は従来剤と比べ高い耐雨性を示すことを定量的に検証するために、薬剤処理 1 時間後に人工降雨を降らせスギナに残存するグリホサート濃度を分析した。

その結果、グリホサートカリウム塩 48%液剤のスギナに残存するグリホサート濃度は従来剤より高かった（図－8）。本剤の耐雨性の高さは処理 1 時間後の降雨条件下でもより多くのグリホサートがスギナ表面に残存、或いは植物体内中に取り込まれたことに起因すると考えられた。



図－8 薬剤処理 1 時間後降雨条件でのスギナに残存したグリホサート濃度

試験場所：日産化学工業（株）生物科学研究所（2006）

試験草種：スギナ（草丈 15～20cm）

試験方法：各薬剤の 25 倍希釈液を散布し、降雨区は処理 1 時間後に人工降雨機で雨を降らせ（2mm）、10 分後に地上部を刈り取った。スギナをミキサーで磨砕後、水で抽出して蛍光ラベル化後に HPLC で定量した。

3) 低温条件下での効果安定性

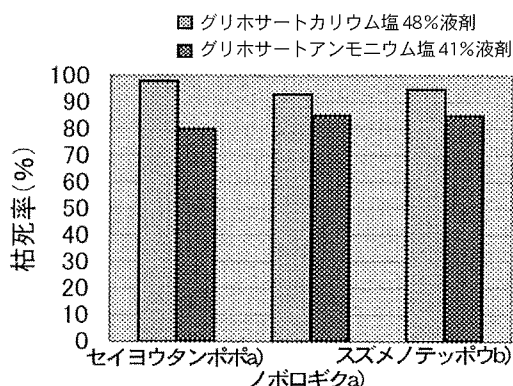
グリホサート剤は低温条件下での吸収移行性は緩慢であるとの報告⁴⁾もあることよりグリホサートカリウム塩 48%液剤の低温条件下での効果を従来剤と比較した。

その結果、グリホサートカリウム塩 48%液剤は、従来剤と比べて低温条件下（処理時の気温：7.5～9℃）のスズメノテッポウ、ノボロギク及びセイヨウタンポポに対しより安定した効果を示した（図－9）。

4) 朝露が残る条件での効果安定性

グリホサート剤は露の存在下では除草効果が劣るとの報告⁵⁾もあることより、グリホサートカリウム塩 48%液剤のスギナ上に露が残る条件下での効果の検討を行った。

その結果、グリホサートカリウム塩 48%液剤は、朝露が残る条件下でも従来剤のグリホサート IPA 塩 41%液剤と比べ高い除草効果を示した（図－10）。



図－9 低温条件下での効果安定性

試験場所：日産化学工業株式会社 生物科学研究所
 試験草種：セイヨウタンポポ（草丈：10cm）、ノボロギク（草丈：15cm）スズメノテッポウ（草丈：10cm）、
 処 理：a) 2006年3月9日, b) 2006年3月29日
 （処理時の平均気温 7.6~9℃）
 薬量/水量：a) 500ml/50L/10a, b) 500ml/100L/10a,
 観 察：処理21~23日後

5) 乾燥条件下での効果

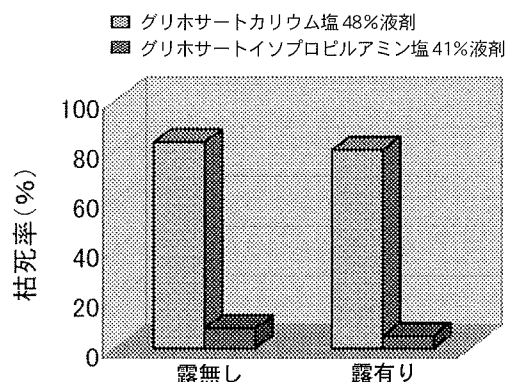
水分ストレス条件下ではグリホサートの吸収・移行性が緩慢になることが報告^{6) 7)}されており、本試験では従来剤と比較しての乾燥条件下での除草効果の検討を行った。グリホサートカリウム塩48%液剤は、乾燥条件下でも従来剤と比べより高い除草活性を示した（図－11）。

6) 低照度条件下での効果比較

低照度条件下ではグリホサートの吸収移行が緩慢となるとの報告⁴⁾があることよりグリホサートカリウム塩48%液剤の低照度条件下での除草効果の検討を行った。グリホサートカリウム塩48%液剤は、低照度条件下でも従来剤と比べ高い除草活性を示した（図－12）。

5. おわりに

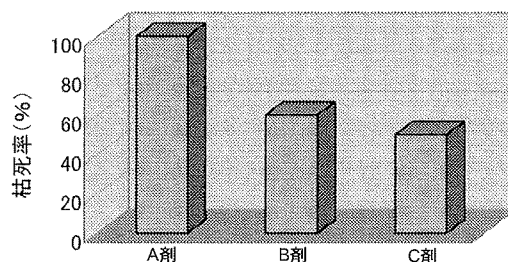
以上述べてきたように、ラウンドアップマックスロード[®]（グリホサートカリウム塩48%液剤）は、従来剤と比べより短時間でより多くの



図－10 朝露が残る条件下でのスギナへの効果

試験場所：北海道岩見沢市(日産化学工業株式会社)
 試験草種：スギナ（草丈：40~50cm）
 処 理 日：2006年8月24日
 散布時間：朝露有り(6時30分)、朝露なし(8時20分)
 処理薬量/散布水量：2L/50L/10a,
 観 察：処理後35日

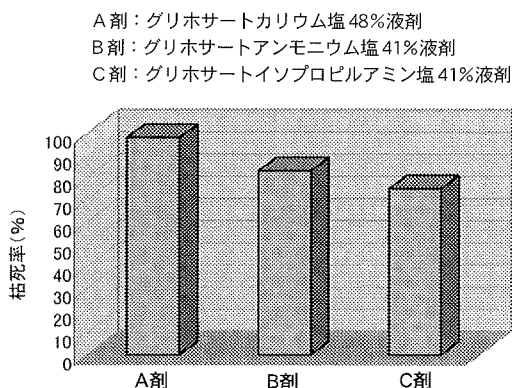
A 剤：グリホサートカリウム塩 48%液剤
 B 剤：グリホサートアンモニウム塩 41%液剤
 C 剤：グリホサートイソプロピルアミン塩 41%液剤



図－11 乾燥条件下での効果比較

試験場所：米国モンサント社研究所（2006年）
 試験草種：イチビ（草丈20cm程度）
 処理方法：処理前3日間は無灌水で乾燥状態とし、処理翌日より灌水
 処理薬量/散布水量：500ml/50L/10a
 観 察：処理後10日

活性成分が植物体内に取り込まれるという製剤特性を有している。この製剤特性より、本剤は従来剤と比べ耐雨性の向上（処理1時間後の降雨であれば除草効果に影響を及ぼさない）やスギナの防除時期の拡大を可能とし、また低温条件、朝露条件、乾燥条件、日照が少ない条件下など、グリホサート剤の効果が不安定となりやす



図－12 低照度条件下での効果比較

試験場所：米国モンサント社研究所（2006 年）

試験草種：イチビ（草丈：30 cm 程度）

処理方法：処理前 3 日間は $50 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{S}$ の低照度とし、処理翌日より通常の照度とした。

処理薬量 / 散布水量：500ml/50L/10a

観 察：処理後 10 日

い条件下でもより安定した効果を示した。非選択性茎葉処理型除草剤はこのような様々な条件下でもより安定した効果が求められる中、優れた製剤特性を有したラウンドアップマックスロード[®]がこれらの農家要望に応えた使い易い剤として定着することを期待する。

参考文献

- 1) Matsumoto, H. 1999. Absorption and translocation of glyphosate in *Equisetum arvense* from a new glyphosate formulation, MON-96A. *J. Weed Sci. Technol.* 44 (Suppl.), 50-51.
- 2) Mueller, Thomas C.; Main, Christopher L.; Thompson, M. Angela; Steckel, Lawrence E. (2006) Comparison of Glyphosate salts (isopropylamine, diammonium, and potassium) and calcium and magnesium concentrations on the control of various weeds. *Weed Technology* 20(1), 164-171.
- 3) 内田成・荒木順一・青山良一・西静雄 (1998) グリホサートによるスギナ防除に及ぼす生育ステージ及び土壌水分ストレスの影響, 雑草研究 Vol.43(4)300～306.
- 4) John E. Franz, Michael K. Mao, James A. Sikorski (1997) Effect of Environmental Factors and Plant Growth Stage on Glyphosate Absorption. *Glyphosate: A unique global herbicide uptake, transport and metabolism in plants* (153~155).
- 5) Santos, J.L.; Constantin, J.; Oliveira Junior, R. S.; Inoue, M.H.; Sales, J.G.C.; Homem, L.M. (2004) Influence of dew on the efficacy of glyphosate on *Brachiaria decumbens*. *Planta Daninha*, Vol.22, No.2, pp.285-291. 17ref.
- 6) Harvey, B.M.R., L. Spence and S.H. Crothers (1985) Pre-harvest retting of flax with glyphosate: effect of growth stage at application on uptake, translocation and efficacy of glyphosate. *Ann. appl. Biol.* 107, 263-270.
- 7) Ahmadi, M.S., L.C. Haderlie and G.A. Wicks (1980) Effect of growth stage and water stress on barnyardgrass control and glyphosate absorption and translocation. *Weed Sci.* 28, 277-282