

3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールの作物の 生育調節作用に関する研究

第3報 イネ苗の冠水被害および除草剤の薬害軽減効果について*

小川正巳**・太田保夫

(農林省農業技術研究所)

3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾール (3-hydroxy-5-methylisoxazole, 以下ヒドロキシイソキサゾールと略す) は作物の生育とくに根の生育を促進する。著者らは前報で^{3,4,5,6)}、その生育促進作用はヒドロキシイソキサゾールの植物体中での代謝生成物である配糖体によるものであることを示唆し、またヒドロキシイソキサゾール処理したイネ苗は、養分吸収の増大、低温抵抗性の向上、苗屈起力の増大などを示すことを報告した。

本報は、イネ播種時のヒドロキシイソキサゾール処理が、移植時におけるイネの冠水被害および除草剤の薬害に対してどのような影響をもたらすかを検討したものである。

イネ苗の素質が、その冠水被害程度に大きな影響を及ぼすことはよく知られている。山田らは¹⁰⁾、イネ苗の素質と冠水抵抗度について生理学的考察を行い、冠水抵抗度はでん粉、糖類および蛋白質などの呼吸基質の量とその消費という二つの要因によつて決定されることを示した。ところで、著者らは⁹⁾、ヒドロキシイソキサゾールがイネ苗の根の根毛や分岐根の発生を促し、根の生理的活力を高めることを明らかにした。そこで、ヒドロキシイソキサゾールがイネ苗の冠水被害にどのような影響を及ぼすかを調べた。

一方、近年イネ稚苗の機械移植栽培においては、草丈が短かいため地上部の水中に没する割合の増大や浅植えなどのために除草剤の薬害が問題となつている。イネ移植栽培における除草剤の薬害変動要因としては、土壌条件、気象条件、水深および苗の素質などがあげられる。ここでは苗の素質を向上させるヒドロキシイソキサゾールについて、イネ稚苗の移植時における除草剤の薬害に対する影響を検討した。

* 昭和49年4月25日受理

大要は第157回講演会(昭和49年4月)において発表

** 農林省依頼研究員、現所属三共株式会社農薬研究所

実験材料および方法

実験1. 30×60×3 cm の育苗箱に、硫酸 7.5 g、過石 7.5 g および塩加 4.0 g を含むよく碎土した鴻巣畑土壌約 5 l をつめ、催芽種子(品種:日本晴)約 230 g を播種した。覆土後市販のタチガレン液剤(3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールカリウム塩として 41.5% を含む)の 1,000 倍および 500 倍液を箱当り 500 ml 土壌灌注した。すなわち処理量は箱当り成分量として 0.21 および 0.42 g であつた。つぎに電熱育苗器によつて発芽期(2日間)は 32~34°C に保ち、その後は人工気象室(24°C 昼/18°C 夜、自然光室)に移して育苗を続けた。播種後 19 日に、小型育苗箱(5.5×15 cm, 高さ 10 cm)に箱当りイネ苗を 10 本ずつ移植した。なお移植時のイネは、草丈約 15 cm, 葉令 3.9 であつた。移植直後に対照区(水深 1.0 cm)、深水区(水深 6.5 cm)および冠水区(水深 35 cm)の 3 区を設け、前記と同じ条件下の人工気象室で生育させた。冠水区のみ明区と暗黒区とに分け、前者は冠水中のイネに自然光を与え、後者はアルミ箔で光をさえぎつて暗黒下で冠水した。これらの冠水処理は 4 日あるいは 8 日間行い、その後水深を 1.0 cm の状態にもどした。移植後 15 日に、地上部・根部の生育状態および冠水被害の程度を調査した。

実験2. イネの育苗法および移植法は実験1で述べた方法に従つたが、育苗および移植後の生育はすべて屋外で行つた。

播種: 1973年5月17日、移植: 6月2日、除草剤処理: 6月5日であつた。なおヒドロキシイソキサゾール処理は実験1で述べたうちの 1,000 倍液のみの処理(成分量として 0.21 g/育苗箱)であつた。移植時の無処理苗は、草丈 7.9 cm, 葉令 2.3, 地上部乾物重 13.0 mg, 根部乾物重 2.52 mg であつたが、ヒドロキシイソキサゾール処理苗は、草丈 8.2 cm, 葉令 2.3, 地上部乾物重 12.8 mg, 根部乾物重

Table 1 A list of herbicides tested

Common name	Chemical name	Trade name	Content of active ingredient	Practical dosage (kg or l/10 a)
DCPA (propanil)	3',4'-dichloropropioanilide	Stan E.F. 35	35%	1 l
simetryne	2,4-bis(ethylamino)-6-(methylthio)-S-triazine	Gy-bon granule	1.5%	3~4 kg
NIP (nitrofen)	2,4-dichlorophenyl- <i>P</i> -nitrophenyl ether	Nip granule	7%	3~4 kg
CPN	2,4,6-trichlorophenyl- <i>P</i> -nitrophenyl ether	MO granule	9%	3~4 kg
swep (MCC)·MCP(MCPA)	methyl 3,4-dichlorocarbanilate, [(4-chloro- <i>o</i> -tolyl)oxy] acetic acid ethyl ester	Swep M granule	swep (MCC) 20% MCPA 0.7%	3 kg
benthiocarb·CNP	<i>S-p</i> -chlorobenzyl <i>N,N</i> -diethylthiocarbamate, 2,4,6-trichlorophenyl- <i>p</i> -nitrophenyl ether	Saturn·M granule	benthiocarb 7% CNP 6%	3~4 kg
benthiocarb·simetryne	<i>S-p</i> -chlorobenzyl <i>N,N</i> -diethylthiocarbamate, 2,4-bis(ethylamino)-6-(methylthio)-S-triazine	Saturn·S granule	benthiocarb 7% simetryne 1.5%	3~4 kg

2.74 mg であつた。除草剤処理時の水深は 1.0 cm であり、使用した除草剤は table 1 に示したが、それぞれの除草剤を製品で 3, 4.5, 6, 9, 12, 15, 30 kg/10 a の濃度で土壌処理した。しかし DCPA の場合のみ、完全に落水して製品で 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 10 l/10 a の濃度で茎葉処理し、処理後 2 日に水深 1.0 cm に湛水した。各除草剤処理区とも無漏水状態におき、降雨の際は移動屋根を用いて雨水を防いだ。DCPA 処理区は処理後 11 日、シメトリンおよび MCC·MCP 処理区は処理後 13 日、ベンチオカーブ・シメトリンおよび NIP 処理区は処理後 16 日、CNP およびベンチオカーブ・CNP 処理区は処理後 18 日に生育調査を行った。なお移植後の気温の変化を fig. 1 に示した。

実験結果および考察

実験 1. 冠水被害におよぼす影響 ヒドロキシイソキサゾール処理苗は 8 日間の冠水処理中に草丈がきわめて伸長した (fig. 2)。この現象は冠水明区において顕著であつたが、冠水暗黒区でもその程度は小さかつたが認められた。この草丈の異常伸長は主として冠水処理時に伸長しつつあつた第 4 葉鞘の伸長によるものであつた。山田は^{8,9)}、冠水下におけるイネ幼芽の異常伸長の原因として水中においてはオーキシンの酸化分解が阻害されてその濃度が高くなるために伸長の促進が起こるのではないかと示唆している。他方ヒドロキシイソキサゾールはインドール酢酸に共力作用を示す⁵⁾ので、冠水下における草丈の異常伸長がヒド

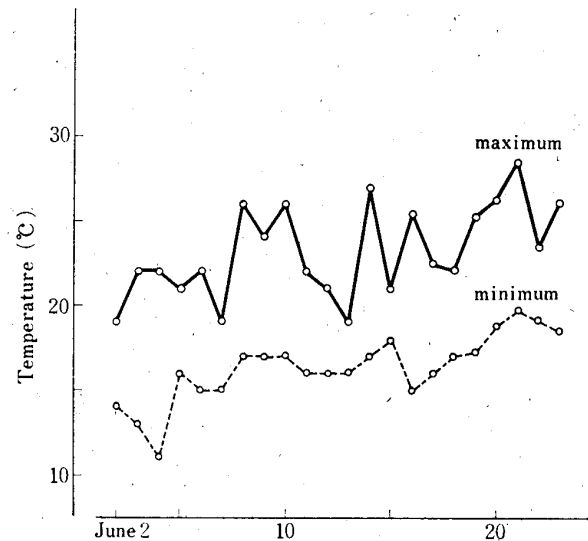


Fig. 1 Temperature condition during herbicide-injury experiment

ロキシイソキサゾールによつてさらに促進される機構について、このオーキシンに対する共力作用が考えられる。今後この点に関して詳細な研究が必要であろう。なお草丈の異常伸長によつて葉先が水面上に出るような冠水条件下では、葉先から酸素の供給が行われ冠水被害が軽減されるので、ヒドロキシイソキサゾール処理苗にみられる冠水中における異常伸長の促進作用は冠水被害軽減に役立つものと考えられる。

つぎに移植後 15 日に生育状態を調査した結果、すべての区において無処理苗に比べてヒドロキシイソキサゾール処理苗の生育が優つていた。すなわち、深水区および冠水区では、対照区に比べて苗の生育が抑制されたがその抑制程度はヒドロキシイソキサゾール処

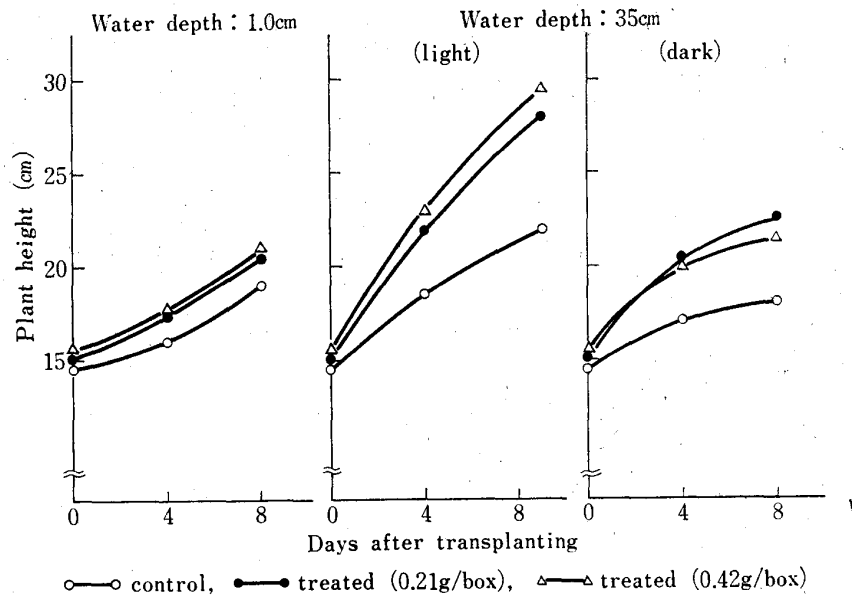


Fig. 2 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on the increase in plant height of rice seedlings under overhead flooding condition
Values are the means of 20 individuals

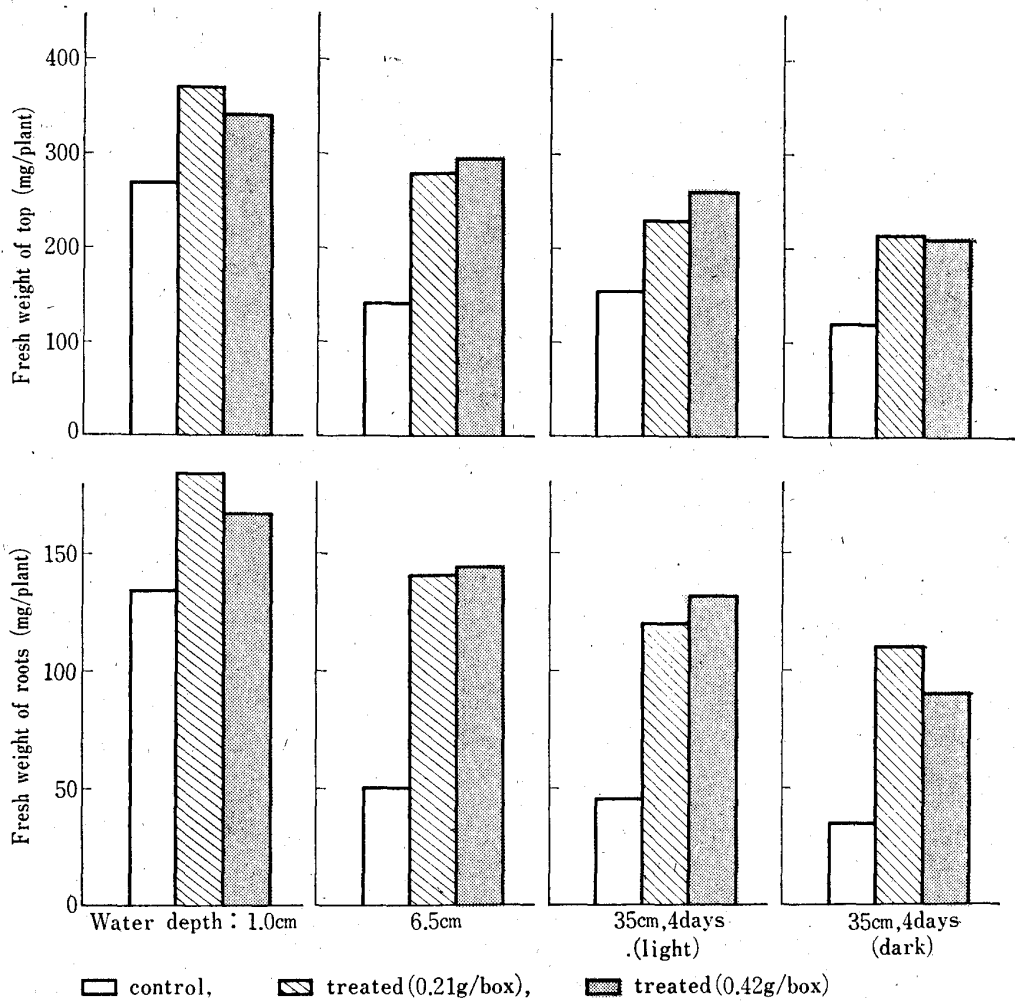


Fig. 3 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on the reduction of submergence damage of rice seedlings
Measurements were made at 15 days after transplanting. The respective values are the means of 20 individuals

理苗において軽かつた。また、この被害軽減の程度は地上部より根部において特に顕著であつた (fig. 3)。8日間の冠水処理を行い、その後の生育をみた場合約30~40%の枯死苗が発生したが、ヒドロキシイソキサゾール処理苗では約15%の発生に抑えられた。さらに枯死しなかつた苗を掘りとつて根を調べた結果、明区ではヒドロキシイソキサゾール処理区の根は白く根重も大であつた (fig. 4)。

冠水処理中の光の有無によつて、イネ苗の冠水被害の様相およびその機作は異なるといわれている⁹⁾。本実験では、冠水暗黒区と冠水明区との比較において、草丈の異常伸長量がとくに明区のヒドロキシイソキサゾール処理苗で大であつたことが注目された。

以上の実験結果から、播種時にヒドロキシイソキサゾールを処理したイネ苗は移植後の深水および冠水被害を明らかに軽減することがわかつた。このような深水および冠水被害軽減効果は、前報^{4,5)}で述べたようにヒドロキシイソキサゾールによる根の生長促進などイネ苗の素質向上およびオーキシン共力作用による冠水中の草丈伸長量の増大などによるものと思われる。今後はヒドロキシイソキサゾールがイネ苗の体内成分、とくに炭水化物、窒素化合物の含量、内在する植物ホルモンの活性などにどのような影響を及ぼしているかを検討する必要がある。

実験 2. 除草剤の薬害におよぼす影響 table 1 に示した7種の除草剤を供試し、通常の施用量およびその1.5, 2, 3, 4, 5 および10倍の区を設けて土壌または茎葉処理をして、ヒドロキシイソキサゾール

処理苗と無処理苗の両者に対する除草剤の影響を調査した。除草剤の処理後11日から18日に苗の生育量を調査した結果を fig. 5 および 6 に図示した。ヒドロキシイソキサゾール処理苗はこれらの除草剤のうちDCPA, MCC-MCP, NIP, CNP およびシメトリンの薬害を著しく軽減したが、ベンチオカーブ・シメトリンおよびベンチオカーブ・CNP については薬害軽減効果がみられなかつた。シメトリンの場合について、ヒドロキシイソキサゾール処理の薬害軽減効果を詳述してみると (fig. 6), シメトリンを施用しない区でもヒドロキシイソキサゾール処理苗は処理苗に比べて既に知られているように⁹⁾、移植後の生育が良く、移植後16日の調査では地上部および根部の生育はやや優つていた。シメトリンの多量施用区では処理後9日頃より、気温が高くなつたことも影響して葉先枯れなどシメトリンによる薬害症状が観察されたが、ヒドロキシイソキサゾール処理苗と無処理苗ではその障害の程度に明瞭な差異が認められ、ヒドロキシイソキサゾールはその障害を顕著に軽減した。処理後13日には、シメトリンの通常の施用量である3 kg/10 a において、ヒドロキサゾール処理苗は下葉がわずかに黄変した以外にシメトリンの薬害的徴候が観察されなかつたが、無処理苗には生育抑制などの明らかな薬害的徴候が観察された。さらにシメトリンの施用量を増加した区においても、fig. 6 に示したように、ヒドロキシイソキサゾール処理苗は無処理苗に比べて地上部および根部に対する薬害を著しく軽減していることが認められた。

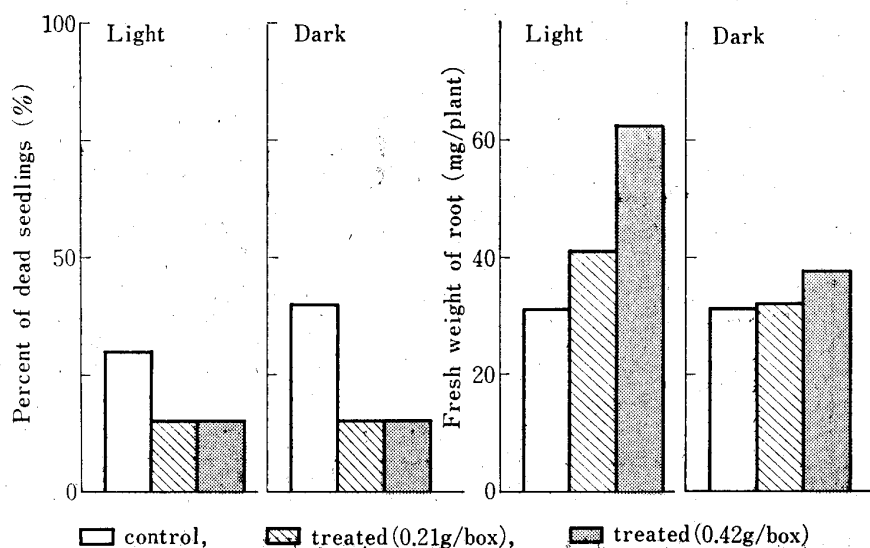


Fig. 4 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on the reduction of overhead flooding damage

Rice seedlings were submerged under water in a flooding condition for 8 days after transplanting. Measurements were made at 15 days after transplanting. The values are the means of 40 individuals

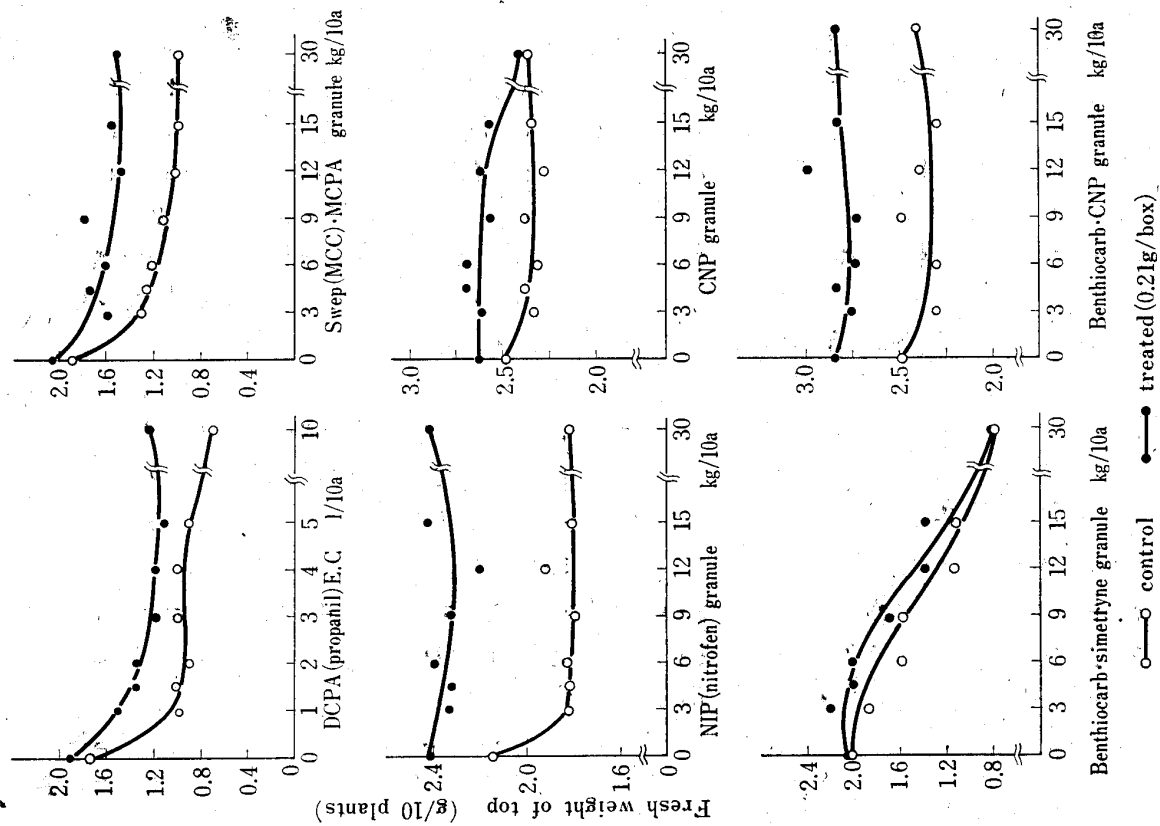


Fig. 5 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on the phytotoxicity of herbicides on rice seedlings. The respective values in Figs. 5 and 6 are the means of 20 individuals

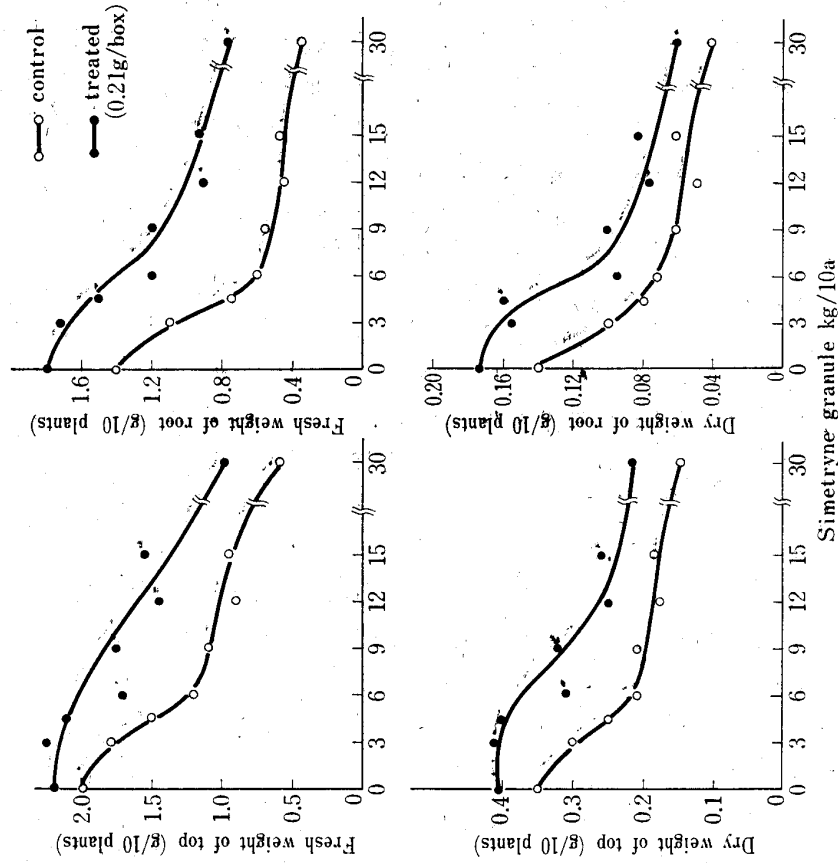


Fig. 6 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on the phytotoxicity of simetryne on rice seedlings

NIP および CNP については、ヒドロキシイソキサゾール処理苗は無処理苗にみられた生育抑制現象をほとんど示さなかつたが、それに加えてこれらの除草剤の特徴的薬害症状である葉鞘褐変を明らかに抑制していることが認められた。

最近、作物に対する除草剤の薬害を軽減する解毒剤の研究がなされている。たとえば、除草剤 EPTC (S-ethyl dipropylthiocarbamate) のトウモロコシに対する薬害を軽減する解毒剤、N, N-diallyl-2, 2-dichloroacetoamide は EPTC を初め 10 種の除草剤によるトウモロコシの薬害を軽減する^{1,2)}。しかもこの薬害軽減作用は、種子処理のみならず除草剤との同時施用でも効果があるといわれている。現在、この解毒剤の作用機構については明らかでないが、このような除草剤に対する解毒剤の開発は実用的見地から非常に重要である。

上述した、ヒドロキシイソキサゾール処理苗の数種除草剤の薬害の軽減効果は、N, N-diallyl-2, 2-dichloroacetoamide の場合と異りヒドロキシイソキサゾールと除草剤の同時施用では効果がみられないことや、シメトリン、DCPA, MCC-MCP など光合成阻害型除草剤に対する軽減効果が大きいことなどから、第1実験の場合と同様に主としてヒドロキシイソキサゾールによる苗の素質の向上によるためと推察される。しかし、作用発現のために光が関与する除草剤であるオルト位置換型のジフェニルエーテル系除草剤 NIP および CNP³⁾ に対するヒドロキシイソキサゾールの薬害軽減効果については、苗の素質向上以外の作用機構も考えられるがその詳細については今後の研究にまかしたい。

ヒドロキシイソキサゾール処理苗の除草剤の薬害軽減効果については、今後ヒドロキシイソキサゾールの処理時期と効果の持続性や、除草剤処理時の水深、土壌条件、気象条件などを考慮に入れた実用的見地での検討も必要であろう。

摘 要

3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾール (以下ヒドロキシイソキサゾールと略す) の作物に対する生育調節作用に関する研究の一つとして、イネ苗の冠水被害および除草剤の薬害に及ぼす影響を調べた結果を得た。

(1) イネの播種時にヒドロキシイソキサゾール処理を行うと、移植後の深水および冠水被害が著しく軽減された。この被害軽減の程度は苗の地上部よりも根

部において顕著であつた。また一般に、冠水処理中にイネ苗の草丈の異常伸長が起るが、ヒドロキシイソキサゾール処理苗ではとくに冠水明区において、この異常伸長が促進された。

(2) イネの播種時にヒドロキシイソキサゾール処理を行い、移植直後に7種の除草剤をそれぞれ施用量を変えて処理した。その結果ヒドロキシイソキサゾール処理苗は、DCPA, MCC-MCP, NIP, CNP およびシメトリンについて顕著な薬害軽減効果を示した。しかし、ベンチオカーブ・シメトリンおよびベンチオカーブ・CNP については薬害軽減効果を示さなかつた。

以上のような、ヒドロキシイソキサゾールによるイネ苗の冠・深水被害および除草剤の薬害の軽減効果は主としてヒドロキシイソキサゾールによる苗の素質の向上に起因するものと推察された。

本研究を行うにあたりご指導をいただき、また本稿をとりまとめるにあたって懇切な校閲をいただいた農業技術研究所生理遺伝部生理第1科生理第6研究室長松中昭一博士に対して深く謝意を表します。

引用文献

1. CHANG, F. Y., G. R. STEPHENSON and J. D. BANDEEN 1973. Comparative effects of three EPTC antidotes. *Weed Science* 21: 292—295.
2. ———, J. D. BANDEEN and G. R. STEPHENSON 1973. *N,N*-diallyl- α - α -dichloroacetamide as an antidote for EPTC and other herbicides in corn. *Weed Res.* 13: 399—406.
3. 小川正巳・太田保夫 1973. 水稻の直播栽培におけるカルパーとタチガレンの混用処理効果. *農及園* 48: 1297—1300.
4. ———. ——— 1973. 3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールの作物の生育調節作用に関する研究 第1報 3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールおよび植物体内代謝産物がイネ苗の生育に及ぼす影響. *日作紀* 42: 499—505.
5. ———. ——— 1974. ——— 第2報 イネ苗の屈起力に及ぼす影響. *日作紀* 43: 278—282.
6. Ota, Y. and M. OGAWA 1973. Plant growth-regulating activities of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole in rice seedlings in *Plant Growth Substances* in press.

7. 植木邦和・松中昭一 1972. 雑草防除大要, 養賢堂, 東京, 111—117. 態. 戸荻義次他編, 作物の生理生態, 朝倉書店, 370—380.
8. 山田 登 1959. 水稻の冠水抵抗に関する生理的研究. 農技研報 **D8**: 1—10. 10. ———・—————・長田明夫 1955. 水稻の冠水抵抗性に関する研究. 日作紀 **23**: 155—161.
9. ———・太田保夫 1955. 冠水被害の生理と生

Plant Growth-Regulating Activities of 3-Hydroxy-5-methyl Isoxazole

III. Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on the reduction of overhead flooding damage and herbicide injury to rice seedlings

Masami OGAWA and Yasuo OTA

(National Institute of Agricultural Sciences, Konosu, Saitama 365)

Summary

The present study was undertaken to investigate the effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole (HMI) on the reduction of overhead flooding damage and herbicide injury to rice seedlings. HMI was applied to the soil immediately after sowing of rice seeds in the seedling beds. Seedlings transplanted from these beds showed greater rooting ability and increased physiological activity in their roots. It was observed that the pre-treatment of rice seedlings with HMI promoted the shoot elongation, compared with untreated seedlings, under overhead flooding condition. A drastic reduction in overhead flooding damage was observed when rice seedlings were pre-treated with HMI.

The pre-treatment of rice seedlings with HMI also reduced the phytotoxic action of five of seven herbicides applied three days after transplanting. The five herbicides whose phytotoxic action was reduced were simetryne, MCC-MCP, NIP (nitrofen), CNP and DCPA (propanil).

The reduced submergence damage and herbicidal injury observed in rice seedlings may be due to increased seedling vigor induced by HMI. The improved physiological condition in these rice seedlings may increase their resistance to submergence treatment and some injurious herbicides.