作物のガス障害に関する研究

第7報 ナタネの呼吸作用におよぼす SO_2 の影響

谷 山 鉄 郎・有 門 博 樹

(三重大学農学部)

前報⁴⁾で水稻の呼吸作用におよぼす SO_2 の影響について明らかにし、 30°C の条件において、 SO_2 の比較的低濃度では昂進的に、比較的高濃度においては阻害的に作用することを報告した。本実験は前報⁵⁾で報告したごとく、 SO_2 はなたねの光合成作用を強く阻害し、阻害率からみると、150%以上に達する場合がある。とくに、なたねは裸麦および水稻よりも阻害率が高い。したがって、このように SO_2 による見かけの光合成作用の阻害が大きいのは、呼吸作用への影響が大きいものと考え、温度 10、20 および 30°C の条件でなたねの呼吸作用と SO_2 との関係について調べたものである。

実験材料および方法

実験材料はなたね（品種・東海 21 号）を用い 1967 年 10 月 10 日、1/5,000 アール塩ビ製ポットに N:P:K=10:6:8 の粒状化成肥料を 10g 粘土と川砂を半々に混合したものに全層施肥し、同年 10 月 11 日に播種し、1ポット当たり2本仕立てとして、ガラス室内で管理した。開花期に達した 1968 年 1 月 24 日から同年 3 月 29 日まで、1ポット当たりで呼吸を連続

8時間測定を行つた。なたねの呼吸測定方法は前報⁴⁾の方法に準じた。呼吸測定時のなたねの葉面積は1ポット当たり $2,000\text{cm}^2$ 前後であつた。葉面積の測定は葉の乾物重と葉面積との相関を求めたところ、 $r=0.95$ で 1% レベルで正の相関関係がみられたので、 $y=245.0x+2.00$ (y : 葉面積 cm^2 , x : 葉の乾物重 g) の回帰直線から間接的に求めた。空気の流量は 373l/hr . を標準とし、オリフィス流量計で流量測定を行つた。呼吸測定には同化箱（メタアクリル製）を用いた。 SO_2 は同化箱入口の濃度で 0、5、10、15 および 20 ppm の 5 段階とし、 SO_2 の濃度は SO_2 分析計によって、連続記録された。温度の調節には人工気象室を用い 10、20 および 30°C の 3 段階とした。なお、呼吸測定の際の前処理は 30 分であつた。

実験結果および考察

なたねの呼吸量は 30°C の場合、葉面積 100cm^2 、1時間当たり 2mg から 2.3mg の範囲で推移した。 SO_2 の 5、10 および 20 ppm で処理すると、いずれの濃度においても処理開始後から昂進するが、昂進はガス濃度にほぼ比例的である。とくに、20 ppm 処理において、昂進が著しく、処理開始後 8 時間では 4.5 mg に達した（第 1 図）。第 2 図は 20°C の場合である。 20°C の場合は 30°C よりも無処理の呼吸量が全般的に低く、1.25 から 1.75 mg の値を示した。 SO_2 濃度の 5、10、15 および 20 ppm で処理すると、5、10 および 15 ppm では処理開始後 4～5.5 時間あた

Fig. 1. Effects of sulfur dioxide on the respiration rate of rape under the condition of 30°C .

Fig. 2. Effects of sulfur dioxide on the respiration rate of rape under the condition of 20°C .

* 昭和 44 年 12 月 30 日受理

Fig. 3. Effects of sulfur dioxide on the respiration rate of rape under the condition of 10°C.

Fig. 4. Effects of sulfur dioxide on the respiration rate at the flowering stage of rape under the condition of 30°C.

りまでは阻害的であるが、処理後半では昂進的に作用する傾向がみられた。しかし、20 ppm 処理では、処理中の8時間、阻害的に作用しているのが特徴である。10°C の場合、第3図から明らかなように、無処理の呼吸量よりも SO₂ 処理はいずれの濃度においても低い値を示して推移し、20°C と同様 20 ppm 処理が最も低い値を示した。

第1, 2および3図に示された結果を SO₂ 濃度と処理時間との関係をより明確にするために、第4, 5および6図を作製した。第4図は 30°C の場合である。葉面積 100cm² 当たり4時間当たりの呼吸量は処理開始からの0~4時間と処理後半の4~8時間の推移は SO₂ 濃度の増大につれて 15 ppm 処理まではおおむね直線的に増加し、15 ppm から 20 ppm の範囲では増加する勾配がより急になっている。つまり SO₂ 濃度の増大につれて暗黒条件における呼吸量は増大す

Fig. 5. Effects of sulfur dioxide on the respiration rate at the flowering stage of rape under the condition of 20°C.

Fig. 6. Effects of sulfur dioxide on the respiration rate at the flowering stage of rape under the condition of 10°C.

ることが明らかである。温度条件 20°C の場合が第5図である。処理前半の4時間では、SO₂ 濃度の増加につれて、徐々に呼吸量は減少するが、処理後半の4時間では放物線的に推移し、ガス濃度 5 ppm で最大を示し、それ以上の濃度になると、徐々に減少する。したがって、20°C の場合は、処理時間によつて変化し、処理時間が長くなるにつれて、昂進的に作用する。第6図の 10°C の場合は、この実験範囲の8時間では処理前半と処理後半とで、おおむね阻害的に作用した。前報⁴⁾で水稻の呼吸作用におよぼす SO₂ の影響について明らかにし、水稻の場合は、SO₂ に接触する時間の長さによつて昂進的か、または阻害的に作用するが、処理時間が延長されると、むしろ、同一温度条件 30°C の場合、呼吸作用を昂進させる SO₂ 濃度は処理時間の延長に伴つて、低濃度へと移動する現象からみれば、ナタネの場合、30°C、8時間処理において、昂進的で、阻害的でなかったことは、さらに処理時間を延長すれば、当然阻害的に作用するものといえよう。したがって、これらのことから、SO₂ はナタネの呼吸作用に対して、昂進的か、または阻害的かの、い

Fig. 7. Effects of air temperature on the respiration rate at the flowering stage of rape.

Table 1. Effects of sulfur dioxide on Q_{10} at the flowering stage of rape

SO ₂ -ppm	10~20°C	Index	20~30°C	Index
0 ppm	1.60	1.00	1.65	1.00
5 ppm	2.00	1.25	1.70	1.03
10 ppm	1.94	1.21	1.82	1.10
15 ppm	2.00	1.25	2.30	1.39
20 ppm	2.52	1.58	3.79	2.30

Note: Q_{10} was calculated by $\text{CO}_2\text{mg/dm}^2/8\text{ hrs.}$

ずれかの影響をおよぼすことは明らかであり、しかも、これらの両作用は処理時間の長短または処理時の温度の高低によっても異なることが明らかである。

ナタネの呼吸量は測定時の温度の高低によつて異なることが考えられる。そこで、ナタネの開花期における温度係数の面から検討しようとしたのが第7図である。10°Cの温度条件では8時間、葉面積100cm²当たり、7.3 mg, 20°Cで11.7 mg, 30°Cで19.3 mgであり、温度係数 Q_{10} は10~20°Cで1.60, 0~30°Cで1.65であつた。これらの値はSO₂を流気しない場合であるが、SO₂ 5, 10, 15および20 ppmを流気すると、温度係数はどのように変化するものかを現わしたのが第1表である。第1表から明らかなように、SO₂で処理すると、いずれの温度条件においても、 Q_{10} は高く、とくに20~30°Cで20 ppm処理では3.79と高い値を示した。これらの結果からナタネにおいてはSO₂によつて温度係数は増加することが判る。松島²⁾はサツマオレングの呼吸作用におよぼすSO₂の影響について実験し、サツマオレングに対してSO₂は影響をおよぼさないとしているが、温度に対する関係が明確に検討されていない点から、温度の高低またはSO₂に接触する時間の長短によつてはサツマオレングに対しても昂進か阻害かの影響をおよぼすも

のと考えられる。門田³⁾は林木の呼吸作用におよぼすSO₂の実験から、林木の呼吸作用に対して、昂進的または阻害的に作用することを認めている。また、Green¹⁾は大気汚染物値の中でもオゾン、ヘキシンをそれぞれ単独または混合気体として、レモンの果実に接触時間を種々の長さに変えて与えると、単独のガスにおいても呼吸を昂進させ、とくに、混合気体において呼吸の昂進が著しいことを認めている。その場合、とくに呼吸作用の盛んな未熟果実の方が完熟果実よりも呼吸の昂進が著しいとしている。本実験におけるナタネは開花期で、葉はすでに黄化現象がみられる成熟葉に対しての場合であり、したがつて、生育時期のより早い栄養生長期においては、呼吸の昂進量、または昂進させるSO₂濃度およびガス処理時間との関係は多少変動するものと考えられる。山田ら⁶⁾は水稻の呼吸と温度との関係から Q_{10} は生育時期によつて変動し、分けつ盛期における Q_{10} は1.84として、生育後期では低下するとしている。本実験におけるナタネの開花期では10~30°Cで Q_{10} は1.60~1.65であつた。

摘 要

ナタネの呼吸作用におよぼすSO₂の影響について、温度10, 20および30°Cの条件で、SO₂濃度0, 5, 10, 15および20 ppmの5段階で処理し、温度とガス処理時間との関係を明らかにする目的から行つたものである。その結果は以下のように要約される。

1. 30°Cにおいては、ナタネの呼吸量はいずれのガス濃度においても無処理より高い値を示した。20°Cの条件では、20 ppm処理を除いて、処理前半はおおむね阻害的であるが、処理後半は昂進的に作用した。したがつて、20°CにおいてはSO₂処理時間が延長されるにつれて、呼吸量は増大するものといえよう。20 ppm処理においては阻害的に作用した。10°Cの条件ではいずれのガス濃度においても阻害的に作用した（第1, 2, 3図）。

2. SO₂濃度と処理時間との関係は、30°Cの場合、SO₂濃度の増加につれて直線的に呼吸量は増大した。20°Cでは処理前半は阻害的であるが、処理後半では15 ppmまでは昂進的であり、20 ppm処理において阻害的であつた。10°C条件では阻害的に作用した（第4, 5, 6図）。

3. ナタネの開花期における Q_{10} は10~20°Cでは1.60であり、20~30°Cでは1.65であつた。SO₂で処理するといずれのSO₂濃度においても Q_{10} は無

処理より高く、 SO_2 濃度の増大につれて Q_{10} は高くなる傾向を示した (第7図, 第1表). 以上の結果から、 SO_2 はナタネの開花期における呼吸作用に対して、 SO_2 濃度、ガス処理時間および温度のちがいによつて影響を受けることが判つた。

引用文献

1. GLEEN, W. T. 1956. The effect of gaseous ozone, hexene and their reaction products upon the respiration of Lemon fruit. *Physiol. Plant.* **9**: 421—428.
2. 松島二良 1965. カンキツ類の亜硫酸ガス障害の発生とその機作に関する研究. 三重大学報 **38**: 15—88.
3. 門田正也 1965. 大気汚染と植物被害, ことに SO_2 による不可視害について. 中部土壌肥料研究会講演会要旨. **18**: 3—9.
4. 谷山鉄郎・有門博樹. 1969. 作物のガス障害に関する研究. 報4第 水稻の呼吸作用におよぼす SO_2 の影響. 日作紀 **38**: 593—597.
5. ———— 1970. 作物のガス障害に関する研究. 第6報 裸麦およびナタネの光合成におよぼす SO_2 の影響. 日作紀 **39**: 111—116.
6. YAMADA, N., Y. MURATA, A. OSADA and J. IYAMA 1954. Photosynthesis of rice plant. *Proc. Crop Sci. Soc. Jap.* **23**: 214—222.

Studies on the Mechanism of Injurious Effects of Toxic Gases on Crop Plants

VII. Effects of sulfur dioxide on respiration of rape plants

Tetsuro TANIYAMA and Hiroki ARIKADO
(Faculty of Agriculture, Mie University, Tsu)

Summary

This experiment was undertaken to determine the effect of sulfur dioxide on the respiration rate at the flowering stage of rape plants. The respiration rate was measured in the laboratory under the controlled temperature of 10°C , 20°C and 30°C , respectively, exposing the plants to various concentrations of SO_2 , which were determined with a SO_2 -analyzer of self recording system.

The results obtained were as follows:

1. The respiration rate at the flowering stage of rape plants was accelerated by exposing the plants to SO_2 at the concentrations of 5, 10, 15 and 20 ppm under the condition of 30°C . At 20°C , the respiration rate was generally suppressed for five hours after exposing the plants to SO_2 , excepting SO_2 -20 ppm. At 10°C , it was depressed by the fumigation of sulfur dioxide, as seen in fig. 1, fig. 2 and fig. 3.
2. In the relation between the concentration of sulfur dioxide and treatment hours by the gas, the respiration rate increased linearly with increasing concentration of SO_2 under the condition of 30°C . At 20°C , it was suppressed for 0~4 hours after exposing the plants to SO_2 , but for 5~8 hours, it was accelerated by the treatment of SO_2 at the concentrations of 5 and 10 ppm, without SO_2 -20 ppm. At 10°C , it was always retarded by the treatment of SO_2 , as seen in fig. 4, fig. 5 and fig. 6.
3. The mean Q_{10} values at the flowering stage of rape plants showed 1.60 and 1.65, by temperature ranging from 10°C to 20°C and from 20°C to 30°C , respectively. The mean Q_{10}

value was higher in the plant treated by SO_2 gas at the concentrations of 5, 10, 15 and 20 ppm, as seen in fig. 7 and table 1.

From all these facts, it may be concluded that the respiration rate at the flowering stage of rape plants was affected by the concentration of sulfur dioxide, the treatment hours of SO_2 and the different air-temperature.