

イネに対するオゾンの影響: I. 成長および収量

○星野大起¹⁾, 佐藤亮平¹⁾, 山口真弘¹⁾, 稲田秀俊¹⁾, 長澤亜季²⁾, 根岸 蓉²⁾, 佐々木治人³⁾,
野内 勇³⁾, 小林和彦³⁾, 伊豆田 猛¹⁾

¹⁾東京農工大学大学院, ²⁾東京農工大学農学部, ³⁾東京大学大学院

【はじめに】光化学オキシダントの主成分であるオゾンは、植物に対する毒性が高いガス状大気汚染物質である。近年、対流圏のオゾン濃度は増加傾向にあり、日本の農作物の成長や収量に悪影響を及ぼしている可能性がある。しかしながら、日本の代表的な農作物であるイネの成長と収量に対するオゾンの影響に関する知見は限られている。一方、植物に対するオゾンの影響の程度は、気孔を介した葉内へのオゾン吸収量に依存することが考えられている。しかしながら、日本の農作物の葉におけるオゾン吸収速度の推定式は開発されていないため、オゾン吸収量に基づいた農作物に対するオゾンの影響評価を行うことができない。そこで本研究では、イネの成長と収量に対するオゾンの影響を明らかにするとともに、イネの止葉の積算オゾン吸収量を推定し、収量に対するオゾンの影響をオゾン吸収量に基づいて評価することを目的とした。

【材料と方法】イネ(*Oryza sativa* L.)のコシヒカリとキヌヒカリを6個体ずつ黒ボク土を詰めたコンテナに移植し、東京農工大学農学部附属FM多摩丘陵(東京八王子市)に設置したオゾン暴露チャンバー内で2007年5月15日から9月20日まで育成した。ガス処理区として、浄化空気区(CF区)、10:00~17:00のオゾン濃度を60 ppbに制御した60 ppb O₃区、同時刻のオゾン濃度を100 ppbに制御した100 ppb O₃区の3処理区を設けた。6月29日、7月20日、8月3日、8月24日および9月20日に、器官別乾重量、葉面積、稈数および穂数を測定した。また、10:00~17:00に主茎葉の気孔拡散コンダクタンスを測定し、測定時の気温、相対湿度および光合成有効放射束密度を記録した。葉のオゾン吸収速度は、イネの育成環境要因や葉のフェノロジーを独立変数とし、気孔拡散コンダクタンスを従属変数としてステップワイズ重回帰分析で推定した。止葉の積算オゾン吸収量は、止葉の完全展開期間中のオゾン吸収速度を積算し、止葉の葉面積を用いて推定した。

【結果と考察】いずれの測定日においても、個体乾重量と各器官(葉・茎・根・穂)の乾重量はオゾンによって有意に低下した。また、収穫時における収量、穂数、一穂重および稈実率もオゾンによって有意に低下した(表1)。60 ppb O₃区および100 ppb O₃区における収量低下率は、コシヒカリではそれぞれ3%および24%であり、キヌヒカリではそれぞれ18%および34%であった。なお、コシヒカリとキヌヒカリの個体乾重量、各器官の乾重量、収量および各収量構成因子におけるオゾン感受性には有意な品種間差異は認められなかった。

稈実率および一穂当たりの粒数の相対値と収量の相対値との間に有意な正の相関が認められた。したがって、オゾンによる収量低下の主な原因は稈実率および一穂当たりの粒数の低下であることが考えられる。12 nmol m⁻² s⁻¹以上のオゾン吸収速度を積算した止葉の積算オゾン吸収量(AF_{st}12)と稈実率との間に有意な負の相関が認められ、AF_{st}12が0.26 mmolの場合、稈実率は10%低下した(図1)。これに対して、止葉のAF_{st}12と収量、一穂当たりの粒数および千粒重との間には有意な相関は認められなかった。以上のことから、イネの収量に対するオゾンの影響を評価する際には生殖成長期におけるオゾンの影響のみならず、栄養成長期におけるオゾンの影響も考慮する必要があると考えられる。本研究は、環境省地球環境研究総合推進費「C-062 東アジアの植生に対するオゾン濃度上昇のリスク評価と農作物への影響予測に関する研究」の一環として行われた。

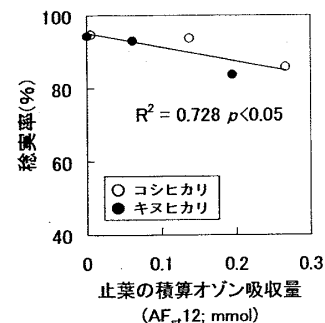


図1 止葉の積算オゾン吸収量(AF_{st}12)と稈実率の関係

表1 9月20日におけるコシヒカリおよびキヌヒカリの個体当たりの成長、収量および各収量構成因子に対するオゾンの影響

品種	処理区	個体乾重量 (g)	一穂重 (g)	収量 (g)	出穂数 (本)	一穂当たりの粒数 (g)	稈実率 (%)	千粒重 (g)
コシヒカリ	CF	66.21 (2.01) a	2.55 (0.08)	29.8 (1.8)	13.1 (0.4)	128.4 (3.7)	94.74 (0.73)	19.16 (0.47)
	60ppb O ₃	65.79 (0.54) a	2.65 (0.12)	28.9 (3.3)	12.3 (0.5)	130.2 (8.6)	93.75 (1.28)	19.07 (1.43)
	100ppb O ₃	53.65 (2.89) b	2.10 (0.13)	22.8 (3.0)	12.5 (0.4)	112.4 (5.4)	85.71 (4.77)	18.42 (0.83)
キヌヒカリ	CF	67.86 (1.75) a	2.68 (0.26)	31.0 (2.2)	12.7 (0.9)	142.7 (15.2)	94.30 (0.05)	18.28 (0.43)
	60ppb O ₃	61.08 (3.49) a	2.89 (0.37)	25.4 (0.7)	11.2 (0.5)	129.4 (9.1)	93.06 (0.79)	19.46 (0.45)
	100ppb O ₃	49.13 (3.46) b	2.15 (0.28)	20.5 (1.2)	11.1 (0.7)	119.7 (11.5)	83.69 (1.56)	18.38 (0.49)
ANOVA	オゾン	**	*	**	**	n.s.	***	n.s.
	品種	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
	オゾン×品種	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

カッコ内の数字は標準偏差である(3 chamber replication). Two-way ANOVA: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.異なるアルファベットのついた値間には有意な差がある(Tukey's HSD test, $p < 0.05$).