

### 寒地型 잔디와 暖地型 잔디의 光合成 및 呼吸特性

玄松南\* · 金子誠二\*\* · 石井龍一\*\*\*

## Studies on Photosynthetic and Respiratory Characteristics in Warm Season and Cool Season Turfgrasses

Xuan Song Nan\*, Seiji Kaneko\*\*, and Ryuichi Ishii\*\*\*

### ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate a cause of summer depression of cool season turfgrass, using nine cultivars in warm season and twenty-eight cool season turfgrasses.

Even though an average of apparent photosynthesis(APS) per fresh weight was 13.09 mg CO<sub>2</sub>/g/h in warm season turfgrass and 7.75 mg CO<sub>2</sub>/g/h in cool season turfgrass, the Creeping bentgrass in cool season type was higher than Kikuyugrass and Bahiagrass in warm season type. The optimum temperature for the heighest APS was 30°C in warm season type and 25°C in cool season type.

In CO<sub>2</sub> compensation point(CCP) as an index of dark respiration, it was higher in cool season turfgrass(75.6ppm) than warm season turfgrass(29.5ppm). In warm season type, even though the temperature increased from 25°C to 40°C the CCP was not increased. But the higher temperature rises the more increased CCP in cool season type.

Dark respiration(DR) was higher in cool season type than warm season type under various temperature conditions, but the increasing ratio of DR with the temperature increment was not so much differed between two types.

Key word : Turfgrass, Apparent photosynthesis, CO<sub>2</sub> compensation point, Dark respiration

### 緒 言

禾本科 잔디는 生育溫度에 따라 寒地型 잔디와 暖地型 잔디로 分類하는데<sup>2)</sup>, 生態型에 따라 光合成의 CO<sub>2</sub> 固定經路가 다르기 때문에 C-3植物과 C-4植物로 區分되며<sup>6)</sup>, 暖地型 잔디

는 C-4植物이고, 寒地型 잔디는 C-3植物에 屬한다. 日本에서는 예로부터 Zoysia屬의 Japanese lawngrass와 Manilagrass 같은 暖地型 잔디가 많았는데, 最近 골프장, 경마장, 스포츠 施設 등에 잔디의 要求度가 높아지는 社會的 추세에 부응하여 寒地型 잔디가 부각되고 있다. 따라

\* 中國水稻研究所(China National Rice Research Institute)  
\*\* 日本大成生物工學研究所(Taisei Biotechnology Research Center, Japan)  
\*\*\* 日本東京大學農學部( Faculty of Agriculture, Tokyo university, Japan)

서 各種 導入試驗을 통하여 현재 골프장의 green이나 도로변에 寒地型 잔디가 많이 利用되고 있는데<sup>3)</sup>, 寒地型 잔디는 겨울철에 綠色을 維持하는 것이 可能하지만 暖地型 잔디에 비하여 耐暑性이 弱하고, 溫度와 濕도가 높은 여름철에는 夏枯 또는 生長停止 現象이 문제시되고 있다<sup>3,4,8)</sup>. 이러한 寒地型 잔디의 夏枯나 高溫期の 生長停止 現象에는 여러가지 原因이 있겠지만, 그중 하나가 夏節期の 高溫에 기인된 光呼吸速度的 增加, 光合成 速度와 暗呼吸과의 不均衡으로 생각할 수 있다. 그러나 이러한 관점에서 잔디의 耐暑性, 夏枯, 生長停止에 관한 研究 報告가 없어서 本 研究에서는 寒地型 잔디와 暖地型 잔디의 外見上 光合成速度, 暗呼吸速度 및 光呼吸速度的 溫度에 대한 反應을 中心으로 CO<sub>2</sub> 交換特性을 調査하고, 光合成과 呼吸의 均衡이라는 側面에서 寒地型 잔디의 耐暑性에 關하여 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試品種 및 耕種概要

暖地型 잔디 7種 9品種과 寒地型 잔디 5種 28品種 등 37品種을 供試하여서(表1, 2), 細沙를 가득 채운 와그너 포트(15×13×9cm)에 供試品種의 種子를 포트當 150粒(發芽率 80 - 85%)씩 播種하였으며, Manilagrass는 圃場에서

根莖을 採取하여 포트當 10本을 移植하여서 人工氣象室에서 晝夜 25/20℃, 濕度60%, 光強度 500 μE/m<sup>2</sup>/S, 日長 12時間의 條件下에서 栽培하였으며, 播種 3週後에 窒素-磷酸-加里를 포트當 各 0.3g씩 施用하였다.

### 2. CO<sub>2</sub> 交換速度的 測定

外見上 光合成速度(Apparent Photosynthesis, APS), 暗呼吸速度(Dark Respiration, DR) 및 相對光呼吸 速度的 推定值로서의 CO<sub>2</sub> 補償點(CO<sub>2</sub> Compensation Point, CCP)의 測定은 KOITO 社의 MC-90W型 蒸散 測定器로 하였다. APS는 植物材料를 아크릴 同化箱子(18×18×25cm)에 넣고 CO<sub>2</sub> 濃度を 350 ppm으로 調節하여 光強度 500 μE/m<sup>2</sup>/S의 條件下에서 測定하였다. APS 측정후 地上部를 전부 잘라서 生體重을 측정하고, 單位生體重當 APS를 求하였다. 또한 APS와 溫度條件과의 關係를 究明하기 위하여 供試品種中에서 暖地型 4種과 寒地型 5種 9品種 등 13品種을 對象으로 溫度條件을 25, 30, 35℃로 하여 APS를 測定하였다. CCP의 測定은 光強度 500 μE/m<sup>2</sup>/S의 條件下에서 CO<sub>2</sub> 濃도를 350 ppm에서부터 차츰 낮춰서 각각의 CO<sub>2</sub> 濃度에서 APS를 측정하여 APS가 0이 될 때의 CO<sub>2</sub> 濃度에서 구하였다. DR은 植物體를 500 μE/m<sup>2</sup>/S 光 條件下에서 約 1時間 照射한後 暗條件으로 해서 APS의 측정과 같은 방법

Table 1. Apparent photosynthesis(APS) of warm season turfgrass 7 species

Species	APS (mgCO <sub>2</sub> /gFW/h)
Japanese lawngrass ( <i>Zoysia japonica</i> Steud.)	12.87
Manilagrass ( <i>Zoysia matrella</i> Merr.)	14.13
Bermudagrass ( <i>Cynodon dactylon</i> Pers.)	
U-3	17.70
Common	14.33
Sahara	17.00
Weeping lovegrass ( <i>Eragrostis curvula</i> Nees)	12.68
Baffalograss ( <i>B.dactyloides</i> Engeim.)	11.41
Kikuyugrass ( <i>Pennisetum cladestinum</i> Chiev.)	8.44
Bahiagrass ( <i>Paspalum notatum</i> Flugge)	9.26
Mean	13.09

**Table 2.** Apparent photosynthesis (APS) of cool season turfgrass species

Species	Cultivars	APS (mgCO <sub>2</sub> /gFW/h)
Kentucky bluegrass ( <i>Poa Pratensis</i> L.)	Ram I	8.65
	victa	7.66
	Balin	7.88
	Common	8.50
	Mystic	7.98
	Ampella	8.08
	Mean	8.12
Perennial ryegrass ( <i>Lolium Perenne</i> L.)	Pinnacle	6.86
	Turfstar	6.78
	Lindsay	7.33
	Agree	7.06
	Saione	6.54
	Score	6.63
	Marieta	6.58
	Mean	8.12
Tall fescue ( <i>Festuca arundinacea</i> Shreber)	Eebel I	6.77
	Rebel II	5.39
	Altay	7.14
	K-31	6.39
	Wranger	6.21
	Falcon	4.97
	Mean	6.14
Creeping bentgrass ( <i>Agrostis stolonifera</i> L.)	Emerald	9.76
	Penncross	11.79
	Seaside	13.82
	Southshor	9.57
	Cobra	9.27
	Mean	6.14
Colonial bentgrass ( <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.)	Astoria	7.84
	Sefton	5.82
	Tendenz	8.62
	Eko	7.17
	Mean	7.36

으로 측정하였다. 본 실험에서는 잎신이 작고 좁은 잔디의 形態의 特徵을 考慮하여 全 植物體를 對象으로 CO<sub>2</sub> 交換速度를 測定하였다.

### 結果 및 考察

溫帶地方에서 寒地型 잔디를 導入하는 경우

에서의 問題点中の 하나인 夏枯現象과 耐暑性의 問題点을 CO<sub>2</sub> 交換速度의 觀点에서 解析을 目的으로 實驗을 遂行한 結果, 暖地型 잔디와 寒地型 잔디의 APS는 表 1, 2와 같다. 暖地型에서의 APS는 Bermudagrass의 3品種이 가장 높았으며, 다음으로는 Manilagrass, Japanese lawngress의 順이었고 Kikuyugrass와 Bahiagrass

가 가장 낮았다. 한편 寒地型 잔디에서는 全般的으로 APS가 暖地型 잔디에 비하여 낮은 傾向이었다. 寒地型 잔디의 APS의 種間差를 보면 Creeping bentgrass가 가장 높고, 다음이 Kentucky bluegrass, Colonial bentgrass, Perennial ryegrass의 順이었으며 Tall fescue가 가장 낮았다. 그러나 同一 種內에서도 品種間 差異가 비교적 크게 나타났다. Creeping bentgrass에서는 Seaside가 13.82 mg CO<sub>2</sub>/g/h로 상당히 높았으며, Cobra는 9.27 mg CO<sub>2</sub>/g/h로 비교적 낮은 것까지 分布되어 있었다. 全體的으로 보아 暖地型 잔디의 APS는 平均 13.09 mg CO<sub>2</sub>/g/h로, 寒地型 잔디의 7.75 mg CO<sub>2</sub>/g/h에 比하여 2倍程度 높은 것으로 나타났다. 잔디를 CO<sub>2</sub> 交換 特性面에서 分類하면 前述한 바와 같이 暖地型 잔디는 C-4植物이고, 寒地型 잔디는 C-3植物이다<sup>6)</sup>. C-3植物은 一般的으로 C-4植物에 비하여 高溫, 強光條件下에서 의 APS가 낮다고 알려져 있으며<sup>9,12)</sup>, C-3植物은 光合成에 의해 固定된 炭素의 25-50%를 CO<sub>2</sub> 로서 再放出하는 소위 光呼吸現象을 나타낸다<sup>12)</sup>. 더구나 이 光呼吸은 光合成이나 暗呼吸에 비하여 溫度的 上昇에 따른 促進이 顯著하고, 이것이 高溫條件下에서 C-3植物의 APS가 C-4植物에 비하여 낮은 原因의 하나로 알려져 있다<sup>10)</sup>.

本 實驗에서 測定한 暖地型 및 寒地型 잔디의 CCP는 表 3, 4와 같다. 暖地型 잔디의 CCP

는 平均 29.5 ppm이었는데, Japanese lawngress가 38.4 ppm으로부터 Bahiagrass의 23.9 ppm의 사이에 分布되어 있었다. 한편 全體的으로 볼 때 寒地型 잔디의 CCP는 平均 75.6 ppm으로 暖地型 잔디보다 높았으며, 大部分이 60 - 85ppm사이에 分布하였는데, Creeping bentgrass의 Penncross는 52.5 ppm으로 供試品種中 가장 낮았으며, Tall fescue의 Rebel I이 105.8 ppm으로 가장 높았다. 種別로는 Tall fescue가 85.6 ppm으로 높았고, Creeping bentgrass가 63.1 ppm으로 가장 낮았다. 一般的으로 CCP는 光合成에 의한 CO<sub>2</sub> 의 吸收와 光呼吸에 의한 CO<sub>2</sub> 의 放出이 平衡에 달했을 때의 CO<sub>2</sub> 濃度로 간주해서 이때의 濃度を 測定하여 相對的인 光呼吸의 大小를 알 수 있다<sup>11)</sup>.

溫도와 CCP와의 關係는 表 5에서와 같이 暖地型 잔디의 경우, 溫도가 25℃에서 30℃의 範圍에서는 溫度上昇에 따라 APS가 微微하나마 上昇하였지만 35℃에서는 낮아졌다. 한편 寒地型 잔디는 25℃에서 光合成速度가 가장 높았고, 溫도가 上昇함에 따라 APS가 낮아졌다. 이것은 溫度上昇에 따른 光合成의 增加速度보다 光呼吸量의 增加가 더욱 커지기 때문인 것으로 생각된다.

위의 結果에서 寒地型 잔디와 暖地型 잔디는 溫度的 上昇과 더불어 APS의 變化가 있는 것으로 判斷되었고, 그 原因으로 溫度的 上昇

Table 3. CO<sub>2</sub> compensation point of warm season turfgrass species

Species	CO <sub>2</sub> compensation point(ppm)
Japanese lawngress ( <i>Z.japonica</i> Steud.)	38.4
Manilagrass ( <i>Z.matrella</i> Merr.)	34.0
Bermudagrass ( <i>C.dactylon</i> Pers.)	
U-3	28.4
Common	24.0
Shara	27.6
Weeping lovegrass ( <i>E.curvula</i> Nees)	31.2
Buffalograss ( <i>B.dactyloides</i> Enfeim.)	30.0
Kikuyugrass ( <i>P.cladestinum</i> Chiev.)	28.4
Bahiagrass ( <i>P.notatum</i> Flugge)	23.9
Mean	29.5

**Table 4.** CO<sub>2</sub> compensation point of cool season turfgrass species

Species	Cultivars	CO <sub>2</sub> compensation point(ppm)
Kentucky bluegrass ( <i>Poa pratensis</i> L.)	Ram I	77.6
	victa	77.1
	Balin	84.0
	Common	82.2
	Mystic	79.6
	Ampella	74.3
	Mean	79.1
Perennial ryegrass ( <i>Lolium Perenne</i> L.)	Pinnacle	74.9
	Turfstar	70.9
	Lindsay	74.2
	Agree	73.2
	Saione	75.7
	Score	78.0
	Marieta	79.8
	Mean	75.1
Tall fescue ( <i>Festuca arundinacea</i> Shreber)	Rebel I	105.8
	Rebel II	85.4
	Altay	72.4
	K-31	90.5
	Wranger	82.1
	Falcon	77.8
	Mean	85.6
Creeping bentgrass ( <i>Agrostis stolonifera</i> L.)	Emerald	68.0
	Penncross	52.5
	Seaside	62.8
	Southshor	66.6
	Cobra	65.8
	Mean	63.1
Colonial bentgrass ( <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.)	Astoria	79.1
	Sefton	76.3
	Tendenz	69.5
	Eko	76.9
	Mean	75.4

에 따른 光呼吸의 促進으로 여겨졌다. 溫度를 25, 35, 40℃의 3段階로 設定하여 溫度와 CCP 와의 關係를 調査한 結果는 表 6과 같다. 暖地型 잔디의 경우 溫度가 25℃에서 40℃까지 上昇하여도 CCP의 增加는 거의 認定되지 않았으나, 寒地型 잔디에서는 溫度의 上昇에 따른 CCP의 增加가 顯著하였다. 寒地型 잔디의 경

우에 있어서는 品種間 差異가 뚜렷하였는데, Victa, Turfstar, Penncross, Seaside, Cobra 및 Sefton은 溫度가 25℃에서 35℃로 높아짐에 따라 CCP가 30 ppm 이상 增加하였다. 그러나 35℃에서 40℃로 上昇함에 따른 CCP의 增加는 크지 않은 傾向이었지만 Common, Saione, K-31, Cobra, Sefton 등은 20 - 30 ppm 程度 增加

**Table 5.** Apparent photosynthesis(APS) of warm season and cool season turfgrass species at different temperature conditions

Species	Cultivars	APS (mgCO <sub>2</sub> /gFW/h)		
		25 °C	30 °C	35 °C
Warm season turfgrass				
Japanese lawngrass		12.8	12.97	12.51
Bermudagrass	Common	14.33	14.73	13.28
Weeping lovegrass		12.68	12.41	12.30
Kikuyugrass		8.44	9.16	8.79
	Mean	12.08	2.31	11.72
Cool season turfgrass				
Kentucky bluegrass	Victa	7.66	6.88	6.36
	Common	8.50	7.80	7.43
Perennial ryegrass	Turfstar	6.78	6.34	5.82
	Saione	6.54	6.22	5.61
Tall fescue	Rebel I	6.77	6.56	5.62
	K-31	6.39	6.01	5.39
Creeping bentgrass	Emerald	9.45	9.26	8.60
Colonial bentgrass	Tendenz	8.62	8.31	7.55
	EKO	7.17	6.93	5.92
	Mean	7.54	7.14	6.47

**Table 6.** CO<sub>2</sub> compensation point of warm season and cool season turfgrass species at different temperature conditions

Species	Cultivars	CO <sub>2</sub> compensation point (ppm)		
		25 °C	35 °C	40 °C
Warm season turfgrass				
Japanese lawngrass		38.4	35.4	36.6
Bermudagrass	Common	24.0	26.0	27.8
Weeping lovegrass		31.2	30.4	33.9
Kikuyugrass		28.4	31.0	34.1
	Mean	30.5	30.7	33.1
Cool season turfgrass				
Kentucky bluegrass	Victa	77.1	114.0	120.0
	Common	82.2	109.2	142.7
Perennial ryegrass	Turfstar	70.3	109.6	113.0
	Saione	75.7	93.7	119.7
Tall fescue	Rebel II	85.4	105.2	113.8
	K-31	90.5	114.9	124.8
Creeping bentgrass	Penncross	52.5	109.8	110.6
	Seaside	62.8	100.7	100.1
	Cobra	65.8	96.0	120.5
Colonial bentgrass		76.3	106.6	123.4
	Sefton	8.6	8.3	7.55
	Mean	73.8	105.9	118.8

**Table 7.** Dark respiration rate of warm season and cool season turfgrass species at different temperature conditions

Species	Cultivars	Respiration rate (mgCO <sub>2</sub> /Pot/h)		
		25°C	30°C	35°C
Warm season turfgrass				
Japanese lawngrass		4.03	4.73	5.72
Bermudagrass	Common	1.94	2.96	3.98
Weeping lovegrass		2.57	3.16	4.34
Kikuyugrass		2.62	2.89	4.47
	Mean	2.79	3.43	14.62
Cool season turfgrass				
Kentucky bluegrass	Victa	4.28	5.39	5.92
	Common	3.12	3.89	5.24
Perennial ryegrass	Turfstar	3.52	4.65	6.53
	Saione	4.84	4.98	7.14
Tall fescue	Rebel I	2.47	3.98	4.81
	K-31	3.50	3.77	5.29
Creeping bentgrass	Emerald	2.15	3.86	4.66
Colonial bentgrass	Tendenz	2.79	4.02	5.36
	EKO	4.21	4.71	6.04
	Mean	3.43	4.36	5.66

하였다.

한편 溫度가 다른 條件下에서 測定한 DR의 結果는 表 7과 같다. DR은 어느 溫度 條件下에서도 寒地型 잔디가 暖地型 잔디에 비하여 높았으나, 溫度上昇에 따른 DR의 增加率は 寒地型과 暖地型간에 큰 差異를 보이지 않았다. 즉 暖地型 잔디는 25°C를 基準으로 하였을 때 30°C와 35°C에서의 DR 增加率は 各各 123%와 165%이었고, 寒地型 잔디의 增加率は 127%와 165%로 兩者間의 差가 거의 認定되지 않았다.

本 實驗에서 DR에 대해서는 寒地型 잔디와 暖地型 잔디 모두 溫度의 上昇에 따른 增加率 이 거의 비슷하였으나, CCP는 暖地型 잔디에서는 溫度의 上昇에 따른 增加가 認定되지 않았지만 寒地型 잔디의 경우는 溫度의 上昇에 따른 增加가 顯著하여 25°C에서 40°C까지 溫度가 上昇하면 CCP는 平均 50% 이상 증가하였다. 이와같이 暗呼吸과 光呼吸의 溫度에 대한 反應은 APS에서도 反映되고, 寒地型 잔디에서는 溫度가 25°C 以上이면 APS가 낮아지기

시작하였다.

한편 다른 溫度條件下에 있어서 CO<sub>2</sub> 收支를 APS와 DR에서 구하면 暖地型 잔디와 寒地型 잔디 모두 溫度의 上昇에 따른 CO<sub>2</sub> 의 吸收는 減少하였지만 그 程度가 寒地型 잔디가 暖地型보다 훨씬 컸다(表 8). 또한 C-3植物에서는 C-4型 光合成 機能의 導入이나 光呼吸이 낮은 品種의 探索이 育種目標에 가미되어 있다<sup>9)</sup>. C-3植物에 C-4型 光合成機能을 導入하는 것은 아직 初期 段階이지만 C-3植物과 C-4型 植物은 炭素固定의 生化學的 經路만이 아니고, 光合成 器官의 形態的 構造에서도 根本적으로 差異가 있기 때문에 遺傳工學 技法으로도 C-3植物을 C-4植物로 變換시키는 것은 극히 어려운 것으로 여겨지고 있다<sup>12)</sup>. 한편 C-3植物中에서 光呼吸이 낮은 品種을 探索하는 것은 方法論에 있어서는 可能하다고 생각되지만<sup>13)</sup> 秋田 和田中<sup>11)</sup>이 벼에서, Lloyd and Carin<sup>7)</sup>이 해바라기에서 APS와 光呼吸과의 相關關係를 調査한 結果 이들간에는 正의 相關이 있고, APS가 높

**Table 8.** Net gain of carbondioxide in warm season and cool season turfgrass species at different temperature conditions

Species	Cultivars	Net gain of CO <sub>2</sub> (mgCO <sub>2</sub> /Pot/Day)		
		25/20℃	30/25℃	35/30℃
<b>Warm season turfgrass</b>				
Japanese lawngrass		434.5	429.7(0.98)*	399.7(0.92)*
Bermudagrass	Common	138.6	130.9(0.94)	101.1(0.73)
Weeping lovegrass		163.6	152.5(0.93)	135.7(0.83)
Kikuyugrass		184.3	199.5(1.08)	178.7(0.97)
	Mean		(0.98)	(0.86)
<b>Cool season turfgrass</b>				
Kentucky bluegrass	Victa	252.4	205.2(0.81)	173.1(0.68)
	Common	211.4	177.1(0.83)	150.2(0.71)
Perennial ryegrass	Turfstar	285.0	230.7(0.87)	185.2(0.69)
	Saione	251.5	238.4(0.94)	183.3(0.72)
Tall fescue	Rebel I	232.9	205.4(0.88)	159.1(0.68)
	K-31	207.2	188.1(0.90)	146.5(0.70)
Creeping bentgrass	Emerald	329.0	300.9(0.91)	253.2(0.76)
Colonial bentgrass	Tendenz	266.2	249.8(0.93)	189.3(0.71)
	EKO	215.6	190.2(0.88)	163.6(0.75)
	Mean		(0.88)	(0.71)

\* Figures in parentheses show the relative value to 25/20℃ condition

고 光呼吸이 낮은 것은 認定되지 않았다. 그러나 本 實驗에서는 CCP와 APS와의 相關關係를 檢討한 結果, 暖地型에서는 兩者間에 相關이 認定되지 않았지만(R=0.072), 寒地型 잔디에서는 兩者間에 負의 相關(R=-0.629\*\*)이 있었으며, CCP에 의한 品種選拔의 可能性이 示唆되었다.

### 摘 要

寒地型 잔디의 夏枯原因을 探索하기 위하여 暖地型잔디 7種 9品種과 寒地型 잔디 5種 28品種에 관해 光合成, 光呼吸 및 暗呼吸의 溫度變化에 따른 反應을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 生體重當 外見上 光合成 速度의 平均値는 暖地型 잔디가 13.09 mg CO<sub>2</sub>/g/h, 寒地型 잔디가 7.75 mg CO<sub>2</sub>/g/h로 暖地型이 2倍 程度 높았으나, 寒地型 잔디중에서도 Creeping

bentgrass는 暖地型의 kikuyugrass나 Bahiagrass 보다 높았다.

2. 外見上 光合成 速度와 溫度와의 關係를 보면 暖地型 잔디는 30℃, 寒地型 잔디는 25℃에서 가장 높은 값을 나타내었다.
3. 光呼吸速度의 指標가 되는 CO<sub>2</sub> 補償點의 平均値는 暖地型 잔디에서 29.5 ppm, 寒地型은 75.6 ppm이었는데, 暖地型 잔디의 경우 溫度가 25℃에서 40℃까지 上昇하여도 크게 增加하지 않았으나, 寒地型 잔디는 溫度의 上昇에 따라 CO<sub>2</sub> 補償點의 增加가 顯著하였으며, 25℃에서 40℃ 範圍까지 溫度가 上昇하면 平均 50% 以上 높아졌다.
4. 暗呼吸速度는 溫度가 上昇함에 따라 높아졌으며, 어떤 溫度條件下에서도 寒地型 잔디가 暖地型 잔디에 비하여 높았으나 溫度上昇에 따른 暗呼吸速度의 增加率은 兩者間에 差가 없었다.
5. 다른 溫度條件下에서 CO<sub>2</sub>의 收支를 外見上



光合成速度와 暗呼吸速度를 基礎로 해서 구해 보면 暖地型과 寒地型 모두 溫度의 上昇에 따라 CO<sub>2</sub>의 收支는 낮아지는 傾向이었지만, 그 程度는 寒地型 잔디가 暖地型 잔디에 比하여 훨씬 컸다.

## 引用 文 獻

1. 秋田重誠, 田中市郎.1978. 光合成의 種間差의 機構에 關する 研究. 日作紀 42:18-23.
  2. 江原薰.1972. 世界에 於ける 芝草 研究의 現象 與 展望. 芝草研究 1(1):6-18.
  3. 石橋理男.1975. 暖地에 於ける 冬型 芝草의 管理에 關하여. 芝草研究 4(1):19-22.
  4. 角田三郎.1975. 暖地에 於ける 벼 田草, グリーン 造成. 芝草研究 4(1):9-17.
  5. 北村文雄.1981. 芝草 觀과 暖地型 芝草. 芝草研究 10(1):5-10.
  6. Krans, J.V., J.B. Beard and J.F. Wikinson 1979. Classification of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> turfgrass species based on CO<sub>2</sub> compensation, concentration and leaf anatomy. Hortscience 14:183-185.
  7. Lloyd, N.D.H. and Calvin D.T. 1977. Photosynthesis and photorespiration in sunflower selections. Can.J.Bot. 55:3006-3012.
  8. 益森清彦.1975. 暖地의 골프 코스에 於ける 寒地型 芝草의 利用에 關する 諸問題에 關하여. 芝草研究 4(1):5-7.
  9. 中村直彦.1980. ゴシキア屬 其他 暖地型 芝草의 品種 改良. 芝草研究 9(2):113-116.
  10. Smith, E.W., N.E.Tolbert and H.S.K.Ku.1976. Variables affecting the CO<sub>2</sub> compensation point. Plant Physiol. 58:143-146.
  11. 白田秀明.1979. 光呼吸. 紫田和雄ら編. 光生物學. 學會出版センター. pp.195-206.
  12. 山田芳雄, 池田元輝.1979. 光呼吸의 抑制. 藤茂宏 “宮地重遠” 向畑恭男編. 光合成의 機構. 共立出版株式會社. pp.195-202.
  13. Zelitch, I. and P.R. Day. 1973. The effect on net photosynthesis of pedigree selection for low and high rates of photorespiration in tobacco. Plant Physiol. 52:33-37.
- ※ 玄松南 博士는 韓國僑胞로서 現在 中國 抗州市 所在 中國水稻研究所 副研究員(副教授)으로 勤務하고 있으며, 韓國의 農村振興廳 海外僑胞 科學者로 韓中農業交流의 架橋的 役割을 하고 있음(原文 및 著者에 關한 問議處: 慶北農村振興院 試驗局作物課 崔忠惇).