

잔디밭과 裸地에 散布된 主要 잔디밭用 除草劑의 揮散

金錫井 · 朴瑠熹* · 竹內安智** · 金吉雄*** · 申東賢*** · 許永助***

B&G 스포츠잔디연구소, *중앙개발, **宇都宮大學, ***경북대학교

Volatility of Herbicides Sprayed in *Zoysia japonica* Turf and Bare Soil

Kim, S. J., J. H. Park*, Y. Takeuchi**, K. U. Kim***,
D. H. Shin*** and Y. J. Huh***

B&G Sports Turf Research Institute, *Joong-Ang Development Co., LTD.,

Utsunomiya Univ., Japan, *Kyungpook Natl. Univ.

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the loss of various herbicides by means of volatility from the turfgrass field and the bare ground with the different soil moisture contents and temperatures. Different herbicides were applied at the rates of 375 g a.i. /10a of pendimethalin, 250 g a.i. /10a of napropamide, and 96.4 g a.i. /10a of dicamba with 200 l /10a of spray volume in the turfgrass (*Zoysia japonica* cut off 5 cm) grown in pots(265.8 cm²) and bared soil. The pots were placed in the growth chamber with 10,000 lux of light intensity(12h per day) at 25 and 35°C for 7 days. Amberlite XAD polymeric resin(20 /50 mesh) was used as sampling media for herbicide airborne residues. Air flow was maintained at 10 l /min by vacuum pump regulated with a factory calibrated flow meter. Herbicide airborne residues were extracted from the XAD resin with 300 ml of 1:1 acetone and hexane. The extracts were concentrated by rotary evaporation at 35°C, and dissolved in 1 ml MeCN for HPLC analysis.

The airborne losses of the herbicide applied in the turfgrass and bare soil increased as the temperature and soil moisture contents were increased, regardless of the kinds of herbicide. Higher airborne residues was observed in the turfgrass pots than the bare soil pots. Pendimethalin and dicamba with higher vapor pressure gave rise to the increased loss of airborne herbicides, showing that 6.26 and 6.14% of average airborne loss in pendimethalin and dicamba, respectively, compared to 0.56% in napropamide. The amount of airborne losses in turfgrass was highest at one day after application and then a declined trend was observed as the time was prolonged.

Key words: Herbicides, Turfgrass field, Bare ground, Volatility.

緒 論

잔디밭에 散布된 除草劑는 상당한 부분이 莖葉에 附着되며, 그 일부분이 덧취와 土壤中에 落下한다(김 등, 1992). 잔디莖葉의 表面과 土壤表面의 除草劑는 光分解, 揮散, 잔디로 吸收·分解, 토양과의 吸着, 化學的 分解 그리고 微生物的 分解에 의해 消失되며, 最終적으로는 CO_2 , H_2O , NH_4 등으로 變化하지만, 그 기간은 除草劑에 따라 크게 다르다.

除草劑의 使用場所(農耕地, 非農耕地)에서의 揮散은 消失의 重要な 要因中の 하나이며, 그것은 基本的으로는 化合物의 蒸氣壓에 依存하지만(Majewski, 1990; Weber, 1990), 土性, 氣溫과 土壤水分 등의 環境條件과 더불어, 작물의 종류와 栽培 管理法에도 깊게 關係된다. 卽, 蒸氣壓이 낮은 農藥의 경우에서도 廣葉作物과 같이 比較의 넓은 表面積을 가지고 있는 植物에 散布된 境遇나 그것에 附着한 部分에서 揮散한다(Bentson, 1990). 그리고, 土壤에 落下한 農藥도 相當량이 揮散에 의해 消失하며, 特히 表面 揮散은 內部 揮散보다 10배 이상 많고, 迅速하게 일어난다(Lichenstein et al., 1964). 土壤內部에 存在하는 農藥도 擴散과 토양수분의 移動에 의해 揮散되지만, 土壤表面上 大氣中の 濕度와 물의 行蹟이 重要的 要因으로 作用하는 것으로 報告되고 있다(Parochetti et al., 1976).

따라서 本 研究은 pendimethalin, napropamide, dicamba가 발상태(裸地條件)의 토양표면에 사용된 경우와 잔디경엽에 사용된 경우에 大氣中으로의 揮散량이 土壤水分과 氣溫에 따라 어떻게 變化하는가를 調査하였다.

材料 및 方法

造成後 5年을 經過한 *Zoysia japonica* 잔디밭에서 잘라낸 sod를 直徑 20 cm, 깊이 9 cm의 罇트(pot)에 移植한 후 肥培管理를 하였다. 또, 같은 크기의 罇트에 발토양만 층진한 區(裸地條件)도 준비하였다. 土壤水分은 잔디밭 條件(刈草높이 5 cm)과 裸地條件 모두 10%와 90%가 되도록 물을 가하였다. 낮(明期, 照度 10,000 lux) 12時間, 밤(暗期) 12時間, 溫度 25, 35℃로 生長箱(growth chamber)을 設定하였다. Pendimethalin 375 g a.i./10a, napropamide 250 g a.i./10a, dicamba 96.4 g/10a를 200 l/10a의 撒布水量으로 手動式 小型 噴霧器로 撒布하였다. 處理한 罇트는 즉시 decicator(30 l)에 넣어, air pump로 吸引하여 每分 10 l의 速度로 decicator의 공기를 交換하였다. 吸引側에는 Amberlite XAD-4 polymeric resin (20/50 mesh) 트랩(trap, 容積 50 ml)을 設置하여, 揮散한 除草劑를 吸着시켰다(Fig. 1). 吸着劑 Amberlite XAD-4 polymeric resin은 pH 5의 묽은 염산수에 1시간 처리하고, pH 7의 蒸溜水로 충분히 씻고, acetone으로 씻은 다음 乾燥後, Soxhlet 抽出器에서 [acetone 50% + hexane 50%] 溶液으로 7시간 씻었다. 그 후 24시간 室內에서 乾燥한 것을 使用하였다. 實驗 終了後, trap內의 吸着劑를 [acetone 50% + hexane 50%] 溶液 200 ml로 4℃에 24時間 定置한 후 濾過하고, acetone으로 씻었다. 또한, decicator와 호스를 acetone 400 ml로 씻었다. 濾過液과 洗淨液를 합하여 濃縮하고, 一定量의 acetonitrile에 녹여, HPLC로 分析하였다. 또한 公試 除草劑의 化學構造와 特性은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical structures and properties of tested turfgrass herbicides

Herbicide	Properties
Pendimethalin [N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine]	a. Stomp, way up(cyanamid) b. Nitro compound c. 0.3 mg /l in water at 20℃ d. 4 mPa at 25℃ e. Inhibits cell division and cell elongation
Napropamide [(RS)-N,N-diethyl-2-(1-naphthyloxy)propionamide]	a. Devrinol(stauffer) b. Amide c. 73 mg /l in water at 20℃ d. 0.53 mPa at 25℃ e. Unknown
Dicamba [3,6-dichloro-o-anisic acid]	a. Banvel (sandoz) b. Benzoic acid c. 6.5 g /l in water at 25℃ d. 4.5 mPa at 25℃ e. Inhibits cell division

a : Some trade names and manufacturers, b : Family of herbicide, c : Solubility,
d : Vapor pressure, e : Type of mode of action.

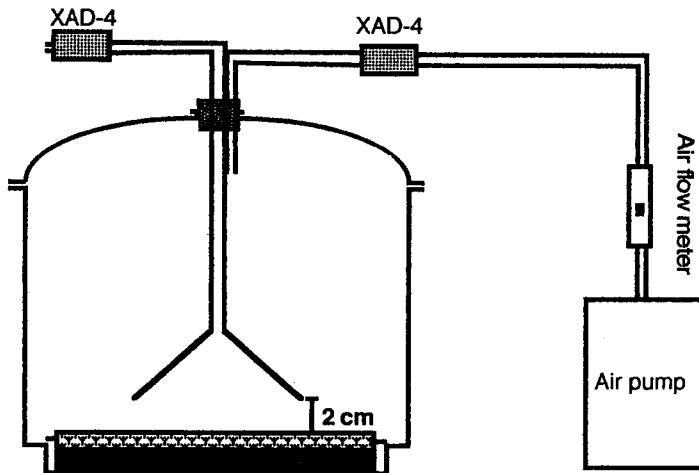


Fig. 1. The model for determining the volatility of herbicides from turf and bare soil.

結果 및 考察

Fig. 2과 Fig. 3에 pendimethalin을 처리한 경우에 大氣中으로의 揮散量을 나타내었다. pendimethalin의 揮散은 발조건(裸地)과 잔디밭에서 약간 많은 편이었으며, 溫度가 높고 土壤水分이 많을 때 현저하였으며, 특히 잔디밭에서 극히 많았다.

또한, 揮散量은 處理 直後가 많고, 時間이 經過함에 따라 減少하는 傾向을 보였다. 金 等(1992)

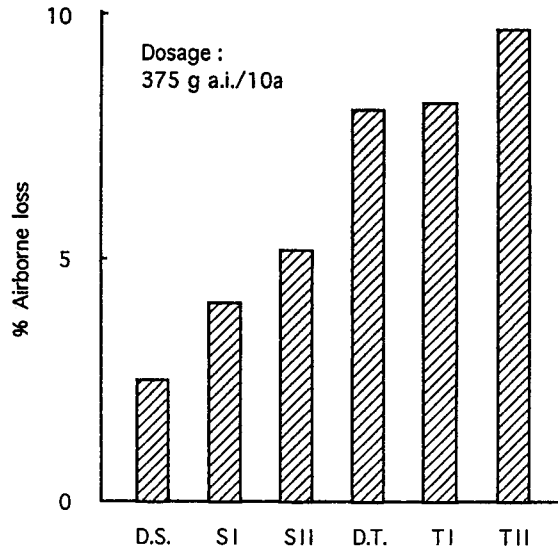


Fig. 2. The amount of airborne loss of pendimethalin applied in the turfgrass field and in the bare soil for 7 days.

D.S. : Bare soil with 10% soil moisture content at 25°C, SI : Bare soil with 90% soil moisture content at 25°C, SII : Bare soil with 90% soil moisture content at 35°C, D.T. : Turfgrass field with 10% soil moisture content at 25°C, TI : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 25°C, TII : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 35°C.

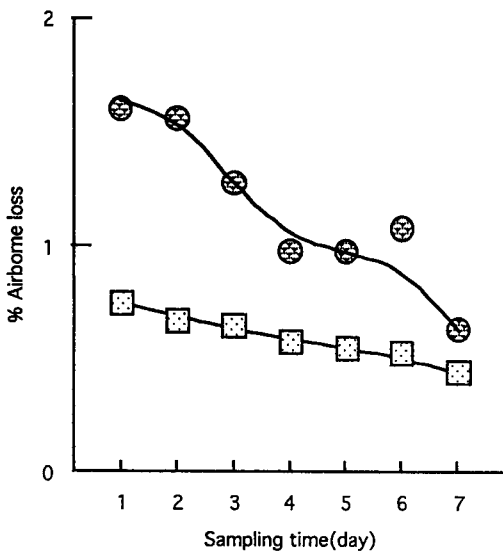


Fig. 3. The volatility of pendimethalin from turfgrass field and bare soil as related to time after application.

○ : Bare soil with 90% soil moisture content at 25°C,
 □ : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 25°C.

또한, 揮散量은 處理 直後가 많고, 時間이 經過함에 따라 減少하는 傾向을 보였다. 金 等(1992)의 報告에서 잔디경엽상의 pendimethalin이 急速하게 消失한 要因으로서 大氣中으로의 揮散이 크게 關與하고 있다는 것이 本 研究를 通하여 明白하게 되었다. 또한, Weber에 의하면 dinitro-aniline系 除草劑는 揮散性이 높은 것으로 報告하고 있다(Parochetti et al., 1976; Weber, 1990).

Fig. 4와 Fig. 5는 napropamide를 處理한 경우에 大氣中으로의 揮散量을 나타내었다. 揮散量은 pendimethalin에 比하여 顯著하게 작았다. 揮散量은 발상태(裸地條件)보다 잔디밭에서, 溫度가 높고 土壤水分 많을 경우에 많았다. 또한, 處理直後 揮散量이 많았으며, 時間이 經過함에 따라 점차적으로 감소하는 傾向이었다.

Fig. 6과 Fig. 7는 dicamba를 처리한 경우에 大氣中으로의 揮散量을 나타내었다. 揮散量은 napropamide에 比하여 현저하게 많고, pendimethalin과 거의 같았다. 揮散量은 溫度가 높고 土壤水分이 많을 경우에 많았다. 또한, 處理直後에 揮散量이 많았으며, 時間이 經過함에 따라 減少하는 傾向이었다.

Pendimethalin, napropamide, dicamba의 蒸氣壓은 각각 4 mPa(20℃), 0.53 mPa(25℃),

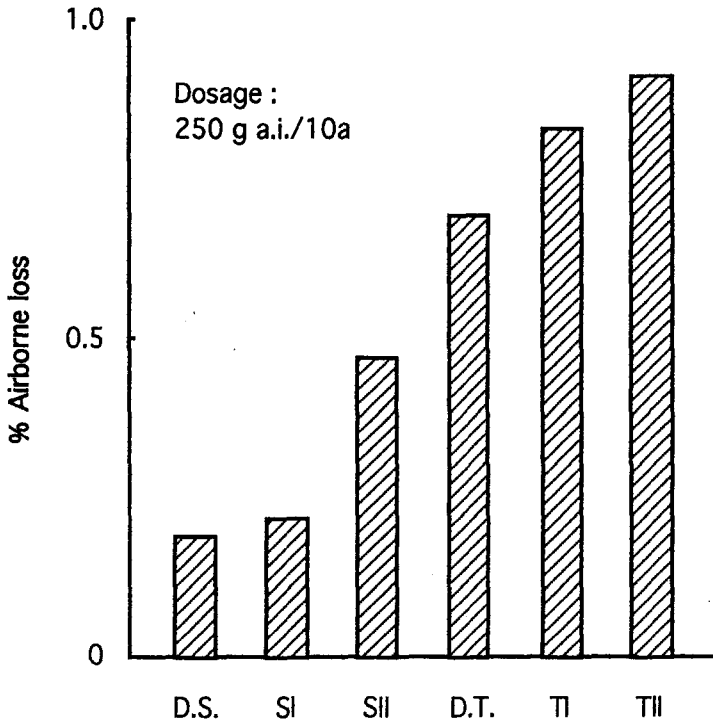


Fig. 4. The amount of airborne loss of napropamide applied in the turfgrass field and in the bare soil for 7 days.

D.S. : Bare soil with 10% soil moisture content at 25℃, SI : Bare soil with 90% soil moisture content at 25℃, SII : Bare soil with 90% soil moisture content at 35℃, D.T. : Turfgrass field with 10% soil moisture content at 25℃, TI : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 25℃, TII : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 35℃.

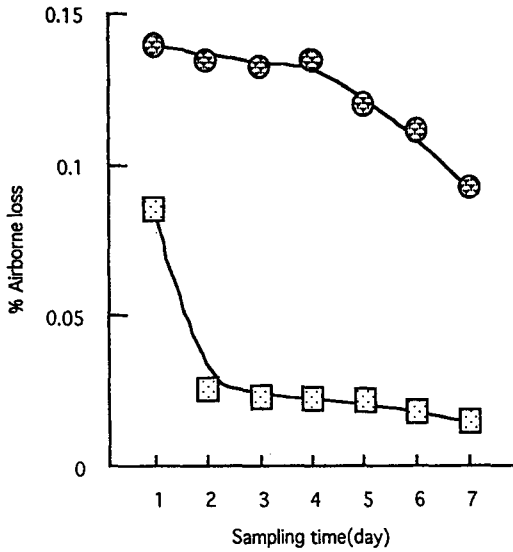


Fig. 5. The volatility of napropamide form turfgrass field and bare soil as related to time after application.

○ : Bare soil with 90% soil moisture content at 25°C,
 □ : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 25°C.

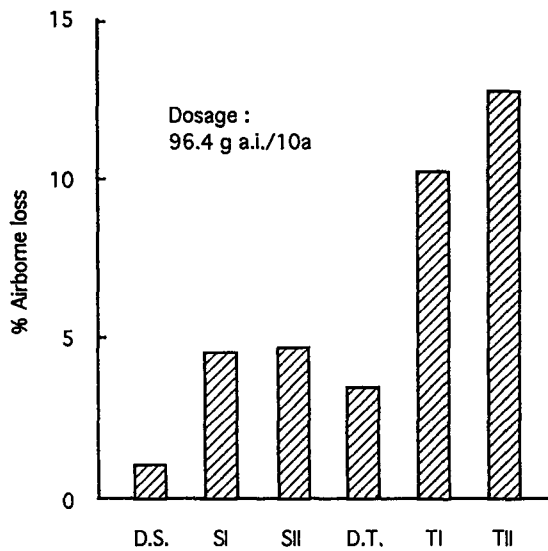


Fig. 6. The amount of airborne loss of dicamba applied in the turfgrass field and in the bare soil for 7 days.

D.S. : Bare soil with 10% soil moisture content at 25°C, SI : Bare soil with 90% soil moisture content at 25°C, SII : Bare soil with 90% soil moisture content at 35°C, D.T. : Turfgrass field with 10% soil moisture content at 25°C, TI : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 25°C, TII : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 35°C.

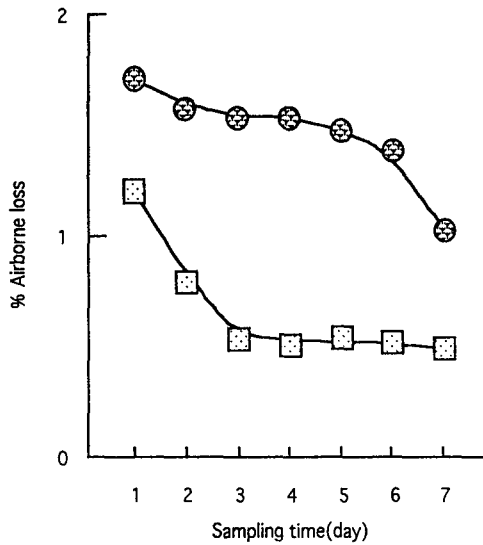


Fig. 7. The volatility of dicamba from turfgrass field and bare soil as related to time after application.

○ : Bare soil with 90% soil moisture content at 25°C,

⊠ : Turfgrass field with 90% soil moisture content at 25°C.

4.5 mPa(25°C)이며, 蒸氣壓이 높은 것일수록 揮散量이 많아, 밭(裸地)條件과 잔디밭에서 處理量에 대한 揮散量은 pendimethalin = dicamba > napropamide 順이었다. 밭상태(裸地條件)에서는 處理한 약제의 全量이 토양표면에 落下한 것에 비하여, 畝高가 5 cm인 잔디밭에서는 경엽의 면적이 크기 때문에 處理 藥量의 大部分이 잔디 경엽에 부착한 것으로 보인다(김 등, 1992). 이 때 각 除草劑의 잔디경엽에 부착면적이 토양표면에 비하여 커서, 空氣와 接觸하는 面積이 넓기 때문에, 또한, 각 제초제의 잔디 경엽과의 부착력이 토양에 비하여 적기 때문에, 잔디밭이 裸地보다 휘산량이 많았던 것으로 사료된다. 그리고, 藥劑에 관계없이 잔디밭이 밭상태(裸地條件)보다 많았고, 또한, 溫度가 높고 土壤水分이 많은 경우에 많았다. 또한 휘산량은 處理直後가 가장 많았으며, 時間이 經過함에 따라 減少하였다.

以上 結果에 따라, 잔디밭에는 낮은 畝草와 一定量의 水量으로 散布함으로써 잔디경엽에 附着량을 줄이고, 土壤에 落下량을 增加시키는 것이 除草 效果의 安定面에서도 重要하다고 思考된다. 또한, 除草劑의 莖葉 附着량을 增加시킬 수 있는 界面活性劑의 使用을 피하고, 오히려 附着성을 減少시킬 수 있는 界面活性劑의 添加에 대하여 檢討할 必要가 있는 것으로 思考된다.

摘 要

밭(裸地)條件과 잔디밭에서 pendimethalin, napropamide, dicamba의 大氣中으로의 揮散량을 比較하였다. 處理量에 대한 揮散量은 pendimethalin = dicamba > napropamide 順이었으며, 藥劑에 관계없이 잔디밭이 밭(裸地)보다 많았고, 또한, 溫度가 높고 土壤水分이 많은 경우에 많았다. 또한 휘산량은 處理直後가 가장 많았으며, 時間이 經過함에 따라 減少하였다.

引用文獻

1. Dorfler U. R. Adler-Kohler, P. Schneider, I. Scheunert, and F. Korte. 1991. A laboratory model system for determining the volatility of pesticides from soil and plant surfaces. *Chemosphere* 23(4) : 485-496.
2. 金錫井, 米山弘一, 竹内安智, 小笠原 勝, 近内誠登. 1992. シマジンおよびペンディメタリンのコウライシバ(*Zoysia matrella* Merr.)莖葉への付着とその後の 挙動. *芝草研究*. 20(2) : 157-164.
3. Majewski, M. S. 1990. Sources movement, and fate of airborne pesticides. in Ed. by Helmut Frehse. *Pesticide Chemistry : advances in international research, development, and legislation*.
4. Parochetti, J. V., G. W. Dec, Jr., and G. W. Burt. 1976. Volatility of eleven dinitroaniline herbicides. *Weed Sci.* 24(6) : 529-532.
5. Weber, J. B. 1990. Behavior of dinitroanilin herbicides in soils. *Weed Technol.* 4 : 394-406.
6. Bentson, K. P. 1990. Fate of xenobiotics in foliar pesticide deposits. *Rev. Environ. Contamn. Toxicol.* 114 : 125-160.
7. Lichenstein, E. P., G. R. Migrdal and K. R. Schulz. 1964. Effect of formulation and made of application of aldrin on the loss from soil and translocation into carrot, *J. Econ. Entomol.*