

海松林에 蔓延된 솔경질각지벌레 被害木의 物理 化學的 및  
生物學的 構造變化에 관한 研究 (III)Biological and Physiochemical structure change of Black pine  
bast scale(*Matsucoccus thunbergianae*) in coast area of Korea김규진<sup>1</sup> · 김종완<sup>1</sup> · 임기표<sup>2</sup>

Kyu Chin Kim, Jong Wan Kim and Gi Kyo Lim

**ABSTRACT** The damage rate according to the age of black pine trees in the Black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergianae* was high from 7 to 22 year old trees. According to damaged degree of damaged trees, it showed great difference in infection rate of saprophitic fungi. The period until the developmental degree of saprophitic fungi became maximized degree of 7 was required about 48 days in dead tree of 100 percent, about 54 days in one of above than 80 percent, about 75 days in one of 40~50 percent, but the dead tree less than 10 percent and health tree was retained the 3~4 developmental degree of saprophitic fungi, after 80 days. The ring width of damaged trees showed as follows. The non damaged trees was 3.52 cm, 0.77 cm in the damaged trees of 100 percent, 0.88 cm in the ones of 80 percent, 1.22 cm in the ones of 40~50 percent and 1.37 cm in the ones of less than 10 percent, respectively. Number of cells per unit area was smaller in the case of greater damaged trees, gradually. Also moisture content was very high in greater damaged trees, and bending strength was lower. Extracts by the one percent NaOH showed a small amount.

**KEY WORDS** *Matsucoccus thunbergianae*, Saprophitic fungi, Physiochemical Structure, Ring Width, Bending Strength

**초 록** 솔경질각지벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)의 樹齡에 따른 피해율은 7년이상 22년까지의 樹齡에서 피해율이 높았고, 被害木의 피해정도에 따른 자연부유균의 침해율에서 菌絲의 확대가 최대에 달하는 발병정도가 7정도에 이르기까지의 기간은 100% 枯死木에서는 48일이, 80% 이상고사목에서는 54일이, 40~50% 고사목에서는 약 75일이, 그러나 10% 이하 枯死목과 무피해목에서는 80일 이상에서도 발병정도 3~4정도였다. 피해목의 年輪幅은 무피해목 3.5 cm에 대하여 100% 고사목 0.77, 80% 고사목 0.88, 40~50% 고사목 1.22, 10% 이하 고사목은 1.37로 좁아졌고 피해정도에 따른 단위면적당 세포수도 피해가 심할수록 적어졌고, 함유율은 피해가 심할수록 높았으며, 휨강도는 낮아졌다. 또한 1% NaOH 추출물도 적었다.

**검색어** 솔경질각지벌레, 자연부유균, 物理化學的構造, 年輪幅, 휨強度.

우리나라 南西海岸地帶의 울창한 海松林(*Pinus thunbergii*)에 치명적인 피해를 주고 있는 솔경질각지벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)는 1963년 全南 高靈지방에서 최초의 被害가 나타나기 시작하여 매년 1~2 km씩 擴大되고 있으며 현재 西海岸쪽에서는

全南 靈光으로부터 全北 高靈, 富安郡 一帶에까지 北上하고 있으며 南海岸쪽으로는 全南 光陽, 여천郡 일대로부터 慶南 南海, 하동 삼천포一帶에 걸쳐 被害가 蔓延되어 계속적으로 擴大되고 있는 實情인데 솔경질각지벌레의 분산은 주로 1齡 若蟲態로 바람에

<sup>1</sup> 전남대학교 농과대학 농생물학과 (Dept. of Agric. Biology, Coll. of Agriculture, Chonnam Natl. Uni. Kwangju. 500-757)

<sup>2</sup> 전남대학교 농과대학 임산공학과 (Dept. of Fore Prod&Tech., Coll. of Agriculture, Chonnam Natl. Uni. Kwangju 500-757)

\*본 연구의 일부는 '94 교육부 학술연구조성비(지역개발연구)에 의하여 수행되었음

의하여 이루어지며 흐르는 물, 새, 바람, 被害木의 이동 등에도 의존한다(McClure, 1977).

Bean 등은 각지벌레의 密度가 증가하고 攝食이 계속됨에 따라 줄기의 새로운 生長部位는 짧아지고 변형되며 加害部位는 壞死現象이 나타난다고 하였으며 Plum(1950)은 *Matsucoccus resinosa* 각지벌레에 感染된 소나무의 사관부 壞死現象은 細胞構成物의 減少와 함께 吸汁중에 毒性을 주입시키기 때문이라고 하였으며 Beardsley(1975)도 毒性分泌를 報告 한 바 있다.

McClure(1977) 등은 *M. matumurae*의 소나무 樹齡別 被害에서 5~20년생에서 가장 被害가 크다고 하였으며 Kuwana(1905)는 솔껍질각지벌레의 被害木은 皮層組織이 破壞됨으로 樹勢가 약화된다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 일반농가(山主)와 행정당국과의 論爭으로서 被害木의 衛生間伐에서 야기되는 耐久年限(木材腐敗), 木材의 材質, 火木(燃料用)으로서 價値等의 問題點이 야기되고 있는데 이러한 問題點의 解析으로서 솔껍질각지벌레의 被害木들의 樹齡과 關係, 被害程度에 따른 浮遊菌의 侵害程度 및 木材의 物理化學的 構造變化를 조사하여 얻어진 결과를 이에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

본 연구는 1992~1994 3개년에 걸쳐 수행되었으며 被害木의 生物學的 조사 및 材料蒐集에 있어서는 솔껍질각지벌레(*Matsucoccus thunbergiana*)의 피해가 심한 全南 무안, 영암, 영광地域과 全北 고창지역을 중심으로 한 海松林地帶로 하였으며 物理化學的 構造變化 調査에 있어서는 본 대학 林山加工學科의 協助를 얻어 遂行되었다.

### 被害木의 樹齡別 被害率

피해가 擴大되고 있는 全南 영암지역에서 피해정도를 甚(High severe), 多(Severe), 中(Moderate), 小(Mild)로 구분하였는데 甚은 80% 이상 枯死된 개체를, 多是 51~80% 枯死, 中은 20~50% 枯死, 小는 20% 以下 枯死程度를 기준으로 하였으며 樹齡의 구분은 1-3, 4-6, 7-9, 10-12, 13-15, 16-18, 19-21, 22-24, 25-27, 28-30, 30년생 이상 各各 100개체를

3반복으로 조사하였다

### 被害木의 自然浮遊菌에 對한 侵害率

피해목의 樹齡別 피해를 조사결과 피해율이 높은 樹齡을 대상으로 피해정도를 甚, 多, 中, 小로 구분하여 10개체씩(60 cm) 5반복으로 실험실의 실험대에 放置, 自然浮遊菌의 侵襲정도를 조사하였다.

### 被害木의 生物學的 差異

피해목과 무피해목의 생물학적 차이를 비교 검토 조사 하기 위하여 피해정도에 따른 細胞組織을 조사 하기 위하여 각 10개체씩 5반복으로 組織의 細胞數를 조사하였는데 목제의 橫斷面을 10 μm 두께의 박편을 만들어 Microscope하에서 100배로 擴大 細胞數를 測定하였다.

### 被害木의 物理化學的 構造變化 調査

피해목의 평균 年輪幅은 KSF 2202-85에 따라 확대경으로 0.1 mm단위까지 測定하였으며 木材 含水율은 KSM 7032-85에 따라 습량기준으로 測定하였고, KSF 2208-80에 따라 만능인장강도 측정기로 측정하였다. 목제의 1% NaOH 추출물은 KSM 7047-85에 따라 추출하여 全乾木材에 대한 추출물량으로 계산하였으며 Discoloration에 있어서는 伐探 直後부터 Microscope하에서 매일 관찰하여 變色菌의 발생정도를 確認하였다.

## 結果 및 考察

### 樹齡에 따른 被害率

피해목의 樹齡에 따른 피해율에 있어서는 그림 1에서 보는 바와 같이 피해가 甚한 피해목의 樹齡別 피해율에서 1-3년생 8.7%, 4-6년생 3.15%, 7-9년생 4.6%, 10-12년생 8.3%, 13-15년생 8.7%, 16-18년생 8.1%, 19-21년생 8.9%, 22-24년생 6.1%, 25-27년생 4.2%, 28-30년생 3.7%, 30년 이상 1.4%로 나타나고 있으며, 7년이상 20년생의 樹齡에서 피해율이 높았고, 피해가 경미한 피해목의 樹齡에 있어서는 7-9년생을 기점으로 하여 樹齡이 높아짐에 따라 피해율이 漸進적으로 높아지는 傾向을 보여 被害樣相이 피해가 甚한 경우의 樹齡과는 다소 逆의 상태로 나타나고 있었는데 이는 樹齡이 높아짐에 따라 솔껍질각지벌

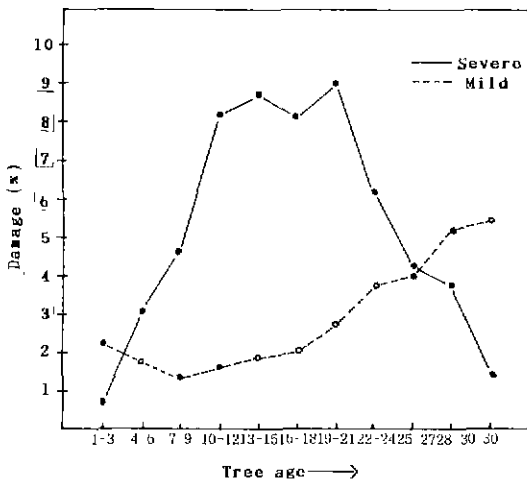


Fig. 1. Percentage of damage with age of trees.

데에 대하여 내성을 갖기 때문에 樹齡이 높은 개체들은 피해를 받고 있어도 많은 개체들이 피해가 경미한 상태를 維持하면서 서서히 피해가 進展되고 있는 데서 비롯된 결과로 판단되었다.

**被害木の 自然浮遊菌에 對한 侵害率**

솔껍질까치벌레의 피해를 받은 피해목의 피해정도에 따른 自然浮遊菌(광주 6월 상온조건)의 침해정도를 보면 표 1에서와 같이 무피해목에서는 절단후 15일경부터 부유균의 침입이 시작되었으나 피해목에 있어서 피해 甚(100% 枯死) 개체와 피해 多(80%

이상고사)개체에서는 절단후 6일경 부터 그리고 피해 中(40-50% 고사) 및 小(10% 이하고사)에서는 절단후 12일경부터 자연부유균의 침입이 시작되었고 침입 균사의 확대가 만연되어 중심부가 흑색을 보이면서 균사의 표면확대가 완전히 형성되었다고 보는 발병 정도 7에 이르기까지는(표 1) 피해 甚(100%) 및 多(80% 이상)개체에서 약 54-57일경이 소요되었고 피해 中(40-50%)에서는 75일경에 피해, 小(40% 이하)에서는 80일경에서도 그리고 무피해목에 있어서는 90일경에서도 발병정도 7에 이르지 않았다(그림 3).

이 결과에서 무피해 개체들은 절단과 동시 많은 樹液(松脂)이 분비되어 자연부유균의 침입을 억제하고 있다는 것을 암시하고 있었으며 솔껍질까치벌레 피해를 받은 피해목에 있어서는 이러한 송지의 분비가 감소됨에 따라 부유균의 침입이 용이할뿐 아니라 균사의 확대진전이 매우 빠르다는 것을 관찰할 수 있었다.

본 결과는 현재 솔껍질까치벌레의 피해가 확대되고 있는 우리나라 남서해안지대의 피해목 처리과정에서 야기되는 일반 농가의 농민들이 주장하고 있는 피해목의 화목(연료)으로서의 가치가 낮다고 하는 주장을 뒷받침하고 있다고 생각된다.

**年輪幅 및 細胞數變化**

피해목의 피해정도에 따른 성장량의 비교로서 年輪幅(春材+秋材)의 변화를 조사한 결과 표 2에서와

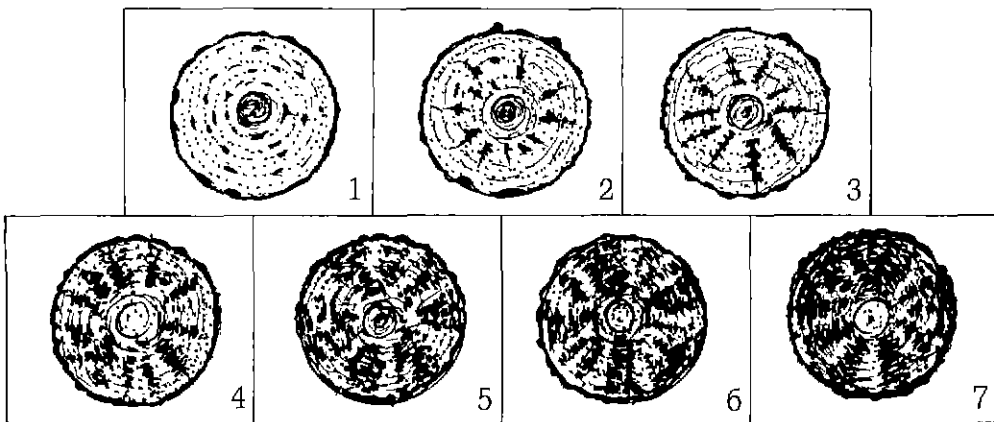


Fig. 2. Developmental degree of Saprothitic fungi. Symptom; 1; Black spot 2; Black spot expand 3; Linear formation 4; Expanded linear formation 5; Dark black color of heart wood part 6; Sapwood & Heartwood symptom 7; Indistinguishable ring width of heart wood part.

Table 1. Development degree of saprophitic fungi on the damaged Black pine with the Black pine bast scale

No. of day After degree of Damage	Developmental degree of saprophitic fungi																									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	65	70	75	80	85	90
Highsevere (100% dead)	-	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Severe(more than 80% dead)	-	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	7	7	7	-	-	-	-	-	-
Moderate (40-50% dead)	-	-	-	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	7	-
Mild(less than 10% dead)	-	-	-	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
Non-Damaged	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	-

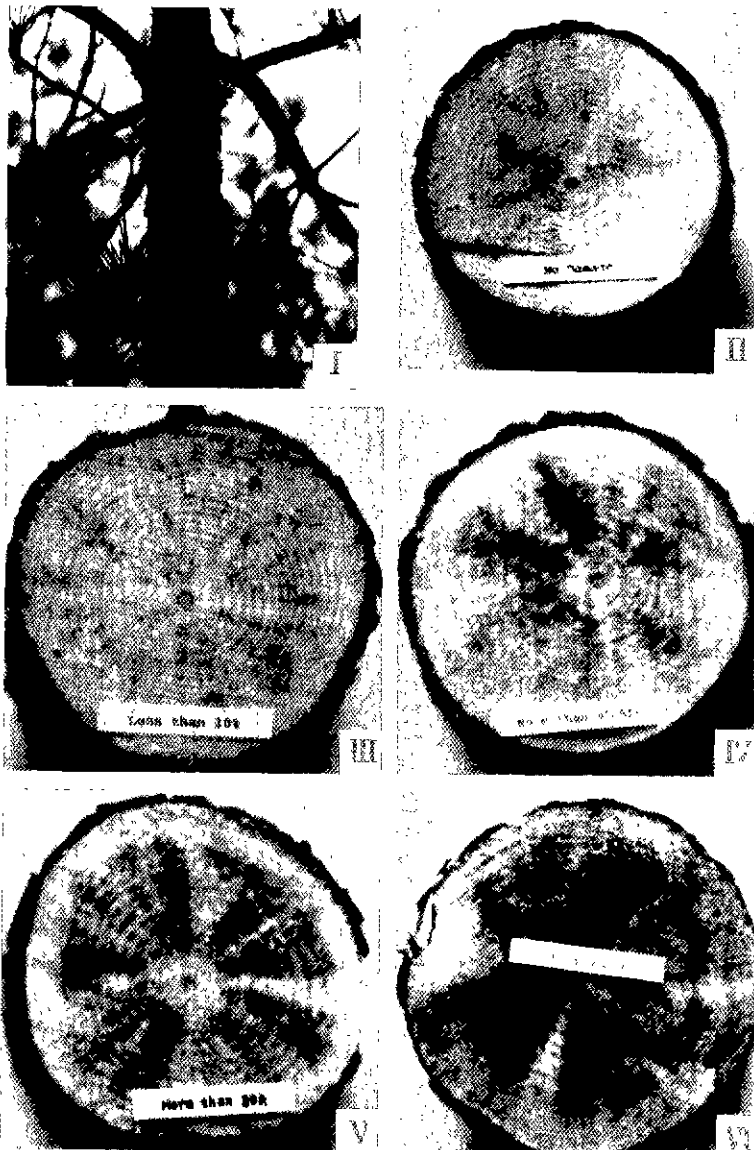


Fig. 3. Developmental degree of saprophytic fungi on the different damaged Black pine  
 I. Damaged Black pine(egg mass) II. Non-damaged III. Less than 10% death IV More than 40-50% death V  
 More than 80% death VI.100% death

같이 무피해목에 비하여 피해목에서 현저히 년윤폭이 좁아져 무피해목이 352인데 비하여 피해목 및 다개체에서 0.77, 0.88을 보이고 있었으며 단위면적당 세포수에 있어서도 무피해목 41개인데 반하여 피해甚(100% 고사)17개, 多(80% 고사) 18개, 中(40-50% 고사) 26, 小(10% 이하고사) 29개로 피해목들이 현저히 적은결과를 보였다.

Bean(1955) 등은 변색되며 가해부위의 괴사현상을 지적한 바 있고, Kuwana(1905)도 솔껍질깍지벌레 피해목은 표피조직이 파괴됨으로서 樹勢가 약해져서 성장량이 낮아진다고 보고한 바 있다.

被害木の 物理化學的 構造變化

피해목의 물리화학적 구조변화를 보면 표 2에서의와

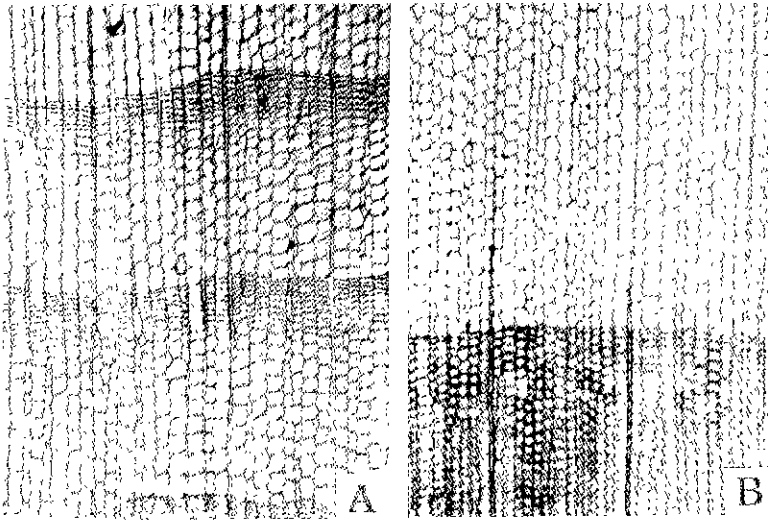


Fig. 4. Tissue part of damaged and Non-damaged black pine tree in the cross section  
A: Damaged(Severe). B: Non-damaged.

Table 2. Change of physiochemical structure of damage Black pine

Degree of damage	Discoloration of wood	Moisture content	Ring with	Bending strength	No of cells	Extracts by the 1% NaOH
High severe	+ - +	48.5	0.77	169	17	8.18
Severe	+ - +	45.0	0.88	200	18	9.33
Moderate	++	35.0	1.22	230	26	8.70
Mild	+	35.5	1.37	248	29	9.46
Non-damaged	-	38.0	3.52	238	41	10.98

\*+++ Severe, ++ Moderate, + Mild - None

같이 피해가 심한 것일수록 절단후 조직의 변색이 빠르게 진전되었으며 함수율은 부피해목 38.0에 대하여 피해목 48.5, 多 45.0, 中 35.0, 小 35.5로서 피해정도가 80% 이상 고사된 피해 甚 및 多의 개체들은 높은편이었고 피해 中 및 小의 개체들은 무피해목과 大同小異하였다.

피해목의 Bending strength에서도 무피해목 238인 데 비하여 피해 甚·多·中·小에서 169-200-230-248로서 피해가 심할수록 강도가 낮아졌으며 복제의 1% NaOH 추출물에 있어서도 무피해목들이 낮은 경향을 보이고 있었다.

이와 같은 결과에서 Plum(1950)은 *Matsucoccus resinosa*에 감염된 소나무의 사관부 괴사현상은 세포구성물질의 감소와 함께 많은 층이 흡수하는 동안에 독성물질을 주입하기 때문이라고 하였으며 Ku-

wana(1905), Bean(1955) 등도 피해목의 변화, 강도, 생장량이 낮아지거나 떨어진다는 보고와 일치하는 경향을 보였다.

본 연구결과로 볼때 피해목은 생활용재로서 또는 가구용재로서 좋은 조건을 부여하지 못하고 있다는 것을 뒷받침하고 있었다.

인 용 문 헌

Bean J. L., and P. A. Godwin, 1955 Description and bionomic of a new red pine scale. *Matsucoccus resinosa* Forest Scio 1: 164-167.  
Beardsley, J. W., and R. H. Gonzalez, 1975. The biology and ecology of armored scale. *Ann. Rev Entomol* 20 47-73  
Duda, E. J., 1961 Some aspect of Biology and ecology

- of the red pine scale, *Matsucoccus resinosae* B.&G. (Homoptera: Margarodidae). Ph.D. thesis, Univ of Massachusetts, 168pp.
- Duda, E. J., 1964. Survival of red pine scale on cut logs *Sci. Tree Topics* 2(10): 3-4.
- Herbert, F. B., 1919. A New Species of *Matsucoccus* from pine in califonia(Hemip. Homop) *Proc. Ento. Soc. Wash.* 21: 157-161
- Hartzell, A., 1975 Red pine scale with special referencd to its hosts and cold hardness. *Contrib. Boyce Thompson Inst* 18: 281-282.
- Hu, H., and Wang L., 1976. Studies on the red pine bast scale *Matsucoccus massonianae* Y.& H. *Acta Entomol. sinica.* 19: 383-392
- 金奎眞 吳光仁 1972. 韓國南西海岸地帶의 海松林에 蔓延된 솔껍질까치벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)의 生態, 寄主範圍 및 被害解析에 관한 研究 韓國應用昆蟲學會紙. 31(4), 386-395.
- 金奎眞 1993 韓國南西海岸地帶의 해송림에 蔓延된 솔껍질까치벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)의 天敵調査研究(2). 한국거미연구보고. 9(12), 89-98
- McClure, M. S., 1976. Colonization and establishment of the red pine scale(Homoptera: Magarod: dae) in a Connecticut Plantation. *Envi Entomol.* 5: 943-947.
- McClure, M. S., 1977. Population dynamics of the red pine scale (Homoptera: Mar-garodidae): The influence of the resionsis. *Env. Entomol.* 6: 789-795.
- McClure, M. S., 1983. Temperature and Host availability affect the distribution of *Matsucoccus matsumurae* (Homoptera: Margarodidae)in Asia and North America *Ann. Entomol. Soc. Ame.* 76: 761-765.
- Stimel, J. F., 1981 First record of red Pine scale, *Matsucoccus resinosae*(Homoptera: Margawdidae)from pennsylvania. *Proc Entomol. Soc Wash.* 83: 804.
- 高濟鎬, 朴承讚 金種國. 1985. 솔껍질까치벌레의 生態 및 防除에 관한 研究. 林試年報 1227-1252.
- Kuwana, S. L., 1905 A New xylococcus in Japan. *Insect world* 9. 91-94.
- Li, G., L. Zhuang, R. Han, X. Liu, and R. Xia, 1980 A study on the pine stemcoccid *Matsucoccus matsumurae* Kuwana *Rep. Inst. for. Liaoning prov.* 9: 1-27

(1995년 4월 10일 접수)