

소나무類 針葉內에 含有된 phenolic compounds 중 솔잎혹파리의 抵抗性 物質 調査^{1*}

孫斗植² · 嚴泰振² · 徐在德² · 李相錄³

A study on Resistant Substance to Pine Needle Gall Midge Among Phenolic Compounds in Pine Needles^{1*}

Doo-Sik Son², Tae-Jin Eom², Jae-Durk Seo² and Sang-Rok Lee³

要 約

솔잎혹파리에 대한 抵抗性因子를 調査하기 위하여 솔잎혹파리의 感受性樹種과 抵抗性樹種에 대하여 針葉內 phenolic compound의 季節的 變化를 調査하였다.

針葉內에 存在하는 free phenolic compounds와 water soluble phenolic compounds는 樹種間 季節別로 變異가 있었고 catechol과 vanilic acid 및 syringic acid는 樹種間에는 큰 差異가 없으나 成分量에는 季節別로 變異가 있었다.

그러나 솔잎혹파리 幼蟲의 孵化期인 5, 6월에 針葉內에 含有되어 있는 salicylic acid는 버지니아소나무는 140ppm, 해송에서 35ppm, 해송×버지니아소나무 72ppm이고 소나무에서는 극소량만이 나타나고 있어 salicylic acid는 感受性樹種에는 극소량 含有하고 抵抗性樹種에는 상당량 含有하고 있었다.

솔잎혹파리에 대한 소나무類 針葉의 抵抗性因子 調査에서 밝혀진바와 같이 salicylic acid와 버지니아소나무의 針葉에서 抽出된 phenolic compounds溶液 위에서 培養한 幼蟲은 斃死率이 높았고 또한 버지니아소나무에서는 충영이 전혀 형성되지 않은 것과 本調査의 針葉內에 含有하고 있는 salicylic acid와 相關關係가 있는 것으로 사료된다. 이상의 結果에서 salicylic acid는 솔잎혹파리의 抵抗性物質로 推定된다.

ABSTRACT

This study was carried out to study the resistant substances to pine needle gall midge and seasonal variation of phenolic compounds in pine needles among susceptible and resistant species to pine needle gall midge.

Free and water soluble phenolic compounds contained in pine needles showed seasonal variations among pine species. But, catechol, vanillic acid and syringic acid including phenolic compounds showed no variation between pine species, even the amount of those component varied by the seasons.

Salicylic acid in pine needles showed 140ppm in *Pinus virginiana*, 35ppm in *Pinus thunbergii* and 72ppm in hybrid pine, *Pinus thunbergii*×*P. virginiana*, but traces in *Pinus densiflora* on May and June, hatching season in larvae of pine needle gall midge.

There was high level of salicylic acid in resistant species to pine needle gall midge but traces in susceptible species.

As our previous researches, the necrosis rate of larvae of pine needle gall midge showed high level

¹ 接受 1995年 12月 12日 Received on Dec. 12, 1995.

² 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungpook National Univ., Taegu, Korea

³ 慶北山林環境研究所 Kyungpook Forest Envir. Institute, Kyungju, Korea

* 本研究은 韓國學術振興財團의 研究費로 이루어진 것임

on the solution of phenolic compounds extracted from needles of *P. virginiana* and salicylic acid, and there was no gall formation in *P. virginiana*, so that salicylic acid in pine needles seems to have relation with those results.

Therefore, it is estimated that salicylic acid is resistant substance to pine needle gall midge.

Key words : Free phenolic compound, water soluble phenolic compound, salicylic acid, gallic acid, necrosis rate, pine needle gall midge, resistant substance

緒 言

우리 나라에 植栽되어 있는 소나무類 중 소나무와 해송은 솔잎혹파리의 被害가 극심하여 生長이 不良하고 잣나무, 리기다소나무, 테다소나무, 버지니아소나무는 솔잎혹파리가 産卵은 하나 충영이 形成되지 않아 生長에 被害를 받지 않으므로 抵抗性樹種으로 알려져 있다.(全文章, 1984), 그러므로 솔잎혹파리에 대한 抵抗性樹種과 感受性樹種을 比較하여 抵抗性物質을 調査하여 솔잎혹파리에 대한 抵抗性 소나무 育成과 效果的인 防除法을 究明할 필요성이 있다.

病害蟲에 대한 抵抗性物質로는 terpenoid와 phenolic compounds가 알려져 있으며 phenolic compounds는 植物體內에서 代謝作用에 의하여 生成되고 自己防禦物質로 알려져 있다.(Rhodes 等, 1973 ; Torssell, 1983 ; Vance 等, 1980)

Phenolic acid는 벤젠핵에 페놀성 水酸基와 카르복실基가 치환되어 있는 化合物로서 毒性이 있는 物質이다.(Goodwen and Mereen, 1983) 그러나 terpenoid는 芳香物質로서 昆蟲의 誘引이나 忌避性物質로 알려져 있다.(Belitz and Grosch, 1982 ; 藤下章男, 1982 ; Ikeda 等, 1986 ; 上野明, 1982)

Ikeda 等(1980, 1981, 1984)은 α -pinene과 β -pinene에 ethanol을 희석한 것은 소나무 材線蟲을 傳播하는 일목 하늘소를 誘引하는 강력한 物質이라고 하였다.

Gara 等(1971)에 의하면 spruce weevil(*Pissodes sitchensis*)은 Sitka spruce의 針葉에 産卵을 할때 monoterpene인 myrcene의 含量이 많은 新梢보다 含量이 적은 묵은 가지에 産卵率이 높았다고 하였다. 그러므로 myrcene은 幼蟲의 忌避性物質로 알려져 있다. 그러나 솔잎혹파리에 대해서 terpenoids는 誘引이나 忌避性物質이 아닌 것으로 나타나고 있다.(Son 等, 1996)

Phenolic compound에 의한 病害蟲의 抵抗性 研究에서 Lee(1981)와 Han(1980)은 소나무 및 곰솔에 대하여 솔잎혹파리의 耐蟲性個體와 非耐蟲性個體, 리기다 소나무에 대하여 針葉內의 phenolic compounds를 分析한 結果 곰솔에서는 gallic acid가 檢出되었으나 耐蟲性 個體에는 나타나지 않았고 솔잎혹파리의 被害葉에서는 檢出되었다고 하였다. 또한 리기다 소나무에서는 salicylic acid와 resorcinol이 檢出되었으나 소나무 및 곰솔에서는 檢出되지 않았다고 報告하였다.

Oku 等(1985)은 소나무 材線蟲에 感染된 소나무는 植物體內에서 理想的인 代謝作用을 하여 benzoic acid, catechol, 8-hydroxycartanacetone 및 dihydroconiferergl alcohol 등이 增加하고 植物體內에 蓄積되어 소나무 自體가 害를 입어 枯死된다고 하였다.

Goodwen과 Mercen(1973)는 *Quercus falcata*에서 植物이 含有하고 있는 salicylic acid는 다른 植物을 죽이는 他感作用(allelopathy)을 하며 tannins은 抗菌性이 있다고 하였다.

Terazawa 等(1984)은 낙엽송과 자작나무에서 phenolic compounds는 季節적으로 變化하지만 成分上으로 樹種間에 差異가 많다고 하였다.

Glazener(1982)는 어린 토마토에서 잣빛 곰팡이菌이 侵入한 후 全體 phenolic compounds가 增加할 뿐만 아니라 phenylalanine ammonialyase 酵素도 增加하므로서 phenolic compound는 植物體內에서 合成되는 것으로 推測하고 있다.

本 研究에서는 솔잎혹파리에 대한 抵抗性物質을 感受性樹種인 소나무 및 해송과 抵抗性樹種인 버지니아소나무 및 해송×버지니아소나무에 대하여 phenolic compound의 樹種間에 差異點을 調査하여 솔잎혹파리에 대한 抵抗性物質을 調査하였다.

材料 및 方法

1. 供試樹種

솔잎혹파리에 感受性이 높은 소나무(*Pinus densiflora*), 해송(*Pinus thunbergii*)과 抵抗性 樹種인 버지니아소나무(*Pinus virginiana*), 그리고 人工交配한 소나무×해송, 해송×버지니아소나무의 針葉內에 含有하고 있는 phenolic compounds에서 솔잎혹파리에 대한 抵抗性 物質을 調査하였다.

2. 試驗方法

소나무 針葉內에서 free phenolic acid와 water soluble fraction과 alkali soluble fraction 상태로 있는 phenolic compounds를 分析하기 위해 脫脂된 試料를 精確히 定量한 후 Fig. 1과 같이 分離抽出하였다. 그러나 alkali에 의해 溶해되는 phenolic compound는 솔잎혹파리 幼蟲의 斃死에 크

게 影響을 주지 않을 것으로 생각되어 分析은 하였으나 調査한 結果는 除外하였다.

(1) Free phenolic compounds의 抽出

針葉內에 있는 free phenolic acids를 抽出하기 위해 脫脂된 試料를 定量하여 蒸溜水 200ml로 3시간 동안 攪拌기로 150rpm/min으로 3回 反覆하여 抽出한 후 水層을 除去하고, 殘液을 40±1℃에서 濃縮한 후 원심분리하여 浮遊物을 除去하고 1N-HCl로 pH 3으로 調節한 후 분액여두를 利用하여 ethyl acetate 50ml로 3回 抽出한 다음 무수 Na₂SO₄에 의해 24시간 脫水시킨 후 여과하고 40±1℃에서 rotary evaporater로 減壓, 濃縮한 후 定量하였다.

(2) Water soluble phenolic compounds의 抽出

Free phenolic acid의 抽出 과정중에서 ethyle acetate로 free phenolic acids를 抽出한 殘液을 2N-NaOH로 24시간 alkali 加水分解한 후 다시 3mol HCl로 pH 3으로 溶液을 調節한 다음 ethyl acetate 50ml로 3回 抽出하였다. 그리고 無水 Na₂SO₄로 24時間 脫水시킨 후 여과하고 減壓, 濃縮한 후 定量하였다.

(3) GC 및 GC/MS에 의한 phenolic acids의 分析

抽出된 試料를 乾燥시킨 후 GC에 의한 phenolic acids를 分析하기 위하여 Robert方法에 의해 TMS화시킨 후 GC에 2ul를 注入하여 分析하였다. 건조된 試料를 pyridine 1ml에 完全히 溶解시킨후 內部標準物質로서 pyridine에 溶解된 4-chloro benzoic acid 3mg을 注入하고 混合溶液으로부터 20ul를 취하여 동량의 N,O-bis(trimethylsilyl) acetamide를 注入한후 70℃에서 5분간 TMS화 시킨후 GC에 의해 分析하였다.

Chromatography 상의 各化合物의 peak는 標準化合物의 retention time과 비교하거나 표준화합물을 co-injection시킨후 peak의 一致與否에 따라 확인하였다. 또 GC-Mass의 spectrum pattern에 의해 동정, 확인하였다.

GC의 分析條件은 다음과 같다.

- Column : glass column 210×0.4cm
- Column packing material : OV - 101
- Detector : flame ionization detector
- Carrier gas : N₂, 30ml/min
- Injector temperature : 290℃

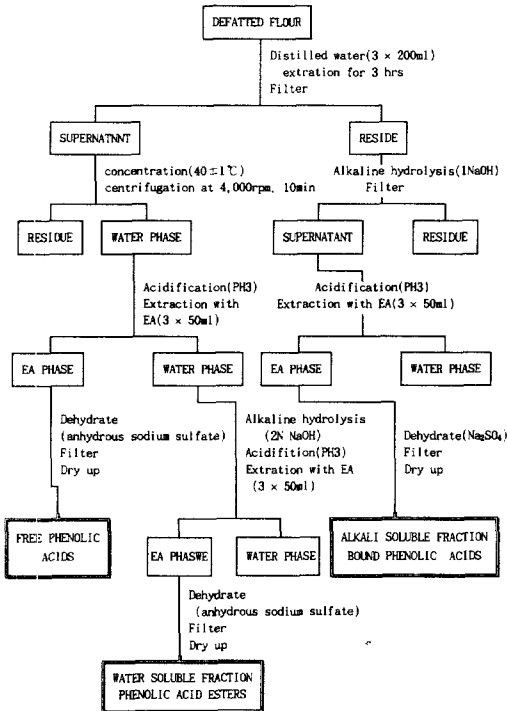


Fig. 1. The extraction and separation of the free, esterified, bound phenolic compounds and their hydrolysis to phenolic acids

* EA : ethyl acetate

Detector temperature : 300℃
 Column temperature : initial temperature :
 120℃
 program rate : 2℃/min
 final temperature : 280℃

分析된 試料의 成分을 同定하기 위하여 GC-MS의 分析條件은 다음과 같다.

GC-MS model : QP 1000A
 PR : 10℃
 F. temperature : 280℃
 Injector temperature : 290℃
 Flow gas : He 40ml/min

結果 및 考察

1. 針葉內 free phenolic compounds의 分析
 各 樹種別 針葉內의 phenolic compound 중에

ethylacetate에 의해 직접 抽出된 free phenolic compound의 樹種別 季節的 變化는 表 1~5에서와 같이 樹種間에 季節別로 變異가 있었다. 季節別로 1, 5, 6, 11월에 調査한 것 중에서 5月과 6月에는 phenolic acid의 成分에는 差異가 없으나 量에는 다소 差異가 있었다. 針葉에서 抽出된 free phenolic compound의 gas-chromatography 分析에서 標準 化合物과의 co-injection에 의해 확인된 化合物은 대략 9種類로 判斷되었으며 이외에도 다수 未知의 化合物이 共存하고 있었다.

未知의 化合物中에는 monomer보다는 dimer 혹은 trimer 이상의 化合物이 다수 포함되어 있는 것으로 推測되며, 이와 같은 傾向은 water soluble fraction(Table 5-8) 및 alkali soluble(Table 9)에서도 同一하였다.

Free phenolic compound에서 特異한 것은 catechol의 含量이 5月을 정점으로 가장 높게 나타나고 6月부터 減少하여 11月에는 급격히 감소함을 알 수 있었고 이러한 현상은 針葉內의 pheno-

Table 1. Phenolic components of the free phenolic fraction from pine needles in January(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species	<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana.</i>	<i>P. thun.</i> × <i>P. vir.</i>
benzoic acid		t	t	t	15
<i>p</i> -hydroxy benzoic acid		—	—	—	—
catechol		6,910	7,120	21,900	33,380
gallic acid		—	—	—	—
salicylic acid		t	t	t	t
vanillic acid		?	870	250	20
syringic acid		—	—	—	—
ferulic acid		t	t	20	t
caffeic acid		t	t	26	t

* t : trace(blow the 10ppm)

Table 2. Phenolic components of the free phenolic fraction from pine needles in May(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species	<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. den.</i> × <i>P. thun.</i>	<i>P. thun.</i> × <i>P. vir.</i>
benzoic acid		45	40	28	49	30
<i>p</i> -hydroxy benzoic acid		—	—	—	—	—
catechol		12,030	?	19,763	15,406	10,871
gallic acid		t	t	t	34	21
salicylic acid		t	35	140	31	72
vanillic acid		1,381	3,126	2,092	285	7,023
syringic acid		570	98	226	t	260
ferulic acid		—	—	—	—	t
caffeic acid		—	—	—	—	t

* t : trace(blow the 10ppm)

Table 3. Phenolic components of the free phenolic fraction from pine needles in June(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species					
		<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. den. × P. thun.</i>	<i>P. thun. × P. vir.</i>
benzoic acid		62	20	16	23	16
p-hydroxy benzoic acid		68	21	82	18	20
catechol		1,285	962	832	820	769
gallic acid		68	t	12	32	t
salicylic acid		t	36	133	20	120
vanillic acid		1,808	1,371	732	826	540
syringic acid		914	632	730	89	74
ferulic acid		t	t	t	t	t
caffeic acid		t	t	t	t	t

* t : trace(blow the 10ppm)

Table 4. Phenolic components of the free phenolic fraction from pine needles in November(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species	<i>P. densiflora</i>		<i>P. thunbergii</i>		<i>P. virginiana</i>		<i>P. den. × P. thun.</i>	
		N	I	N	I	N	I	N	I
benzoic acid		t	t	80	82	t			63
p-hydroxy benzoic acid		78	67	58	63	t			t
catechol		126	142	183	164	1,192			138
gallic acid		319	282	121	130	310			110
salicylic acid		t	t	22	40	63			t
vanillic acid		4,973	1,376	1,688	1,262	5,060			236
syringic acid		140	100	126	86	476			t
ferulic acid		t	t	89	130	126			t
caffeic acid		t	t	106	187	132			t

* t : trace (blow the 10ppm), N : normal, I : infested

Table 5. Phenolic components of the water soluble fraction from pine needles in January(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species				
		<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. thun. × P. vir.</i>
benzoic acid		1,082	583	595	604
p-hydroxy benzoic acid		t	t	t	t
catechol		t	t	t	t
gallic acid		t	t	t	t
salicylic acid		t	t	t	t
vanillic acid		10,218	17,475	25,013	13,148
syringic acid		?	5,697	1,190	1,186
ferulic acid		384	276	172	86
caffeic acid		272	314	123	94

* t : trace (blow the 10ppm)

lic compound의 代謝作用에서 catechol이 前驅物質로서 다른 化合物로 變化되는 것이 아닌가 추정된다.(Chevrier 等, 1981)

Salicylic acid는 1월에 針葉內에서는 극소량만

이 존재하나 5월과 6월이 되면서 소나무에서는 증가하지 않고 해송, 버지니아소나무에서는 상당량이 축적되어 있고 11월에는 그 量이 減少하고 있다. 이와 같은 현상은 5, 6월에 솔잎혹파리가

Table 6. Phenolic components of the water soluble fraction from pine needles in May(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species					
		<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. den. × P. thun.</i>	<i>P. thun. × P. vir.</i>
benzoic acid		184	79	56	236	26
<i>p</i> -hydroxy benzoic acid		t	t	53	63	16
catechol		t	t	t	t	t
gallic acid		t	t	t	t	t
salicylic acid		20	26	85	39	36
vanillic acid		950	8,239	672	2,162	6,743
syringic acid		818	146	583	282	110
ferulic acid		—	t	82	62	t
caffeic acid		—	—	t	t	t

* t : trace (below the 10ppm)

Table 7. Phenolic components of the water soluble fraction from pine needles in June(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species					
		<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. den. × P. thun.</i>	<i>P. thun. × P. vir.</i>
benzoic acid		532	81	48	209	48
<i>p</i> -hydroxy benzoic acid		575	243	100	156	129
catechol		t	t	t	t	t
gallic acid		t	t	t	t	t
salicylic acid		32	105	99	171	143
vanillic acid		1,303	616	434	609	522
syringic acid		324	t	t	t	t
ferulic acid		—	—	—	—	—
caffeic acid		—	—	—	—	—

* t : trace(below the 10ppm)

Table 8. Phenolic components of the water soluble fraction from pine needles in November(Unit : ppm based on dried pine needles)

Component	Species	<i>P. densiflora</i>		<i>P. thunbergii</i>		<i>P. virginiana</i>		<i>P. den. × P. thun.</i>	
		N	I	N	I	N	N	I	
		benzoic acid	t	t	t	t	42	t	t
<i>p</i> -hydroxy benzoic acid	90	80	68	59	t	t	86		
catechol	t	t	t	t	t	t	t		
gallic acid	t	119	t	85	248	43	120		
salicylic acid	29	44	56	77	63	t	82		
vanillic acid	2,591	339	146	2,070	4,320	,863	3,692		
syringic acid	t	371	181	163	83	490	186		
ferulic acid	t	52	t	82	t	89	63		
caffeic acid	t	t	t	t	t	t	48		

* t : trace(below the 10ppm), N : normal, I : infested

産卵後 幼蟲의 孵化期와 一致하게 되므로 salicylic acid와 솔잎혹파리에 대한 抵抗性物質과는 相關關係가 있는 것으로 생각된다.

針葉內的 salicylic acid의 量은 5, 6월에 해송

의 35ppm에 比하여 버지니아소나무는 140ppm이나 되고 해송×버지니아소나무의 交雜種에서도 72ppm으로서 해송에 比하여 그 量이 많고 소나무에서는 흔적만 나타나고 있다.

Table 9. Phenolic components of the alkali soluble fraction from pine needles in January (Unit : ppm based on dried pine needles)

Component \ Species	<i>P. densiflora</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. thun.</i> × <i>P. vir.</i>
benzoic acid	32	40	34	65
<i>p</i> -hydroxy benzoic acid	65	126	32	81
catechol	76	314	20	96
gallic acid	92	32	t	20
salicylic acid	—	36	72	25
vanillic acid	255	1,338	t	250
syringic acid	708	6,216	7,231	5,342
ferulic acid	57	t	t	36
caffeic acid	t	t	t	827

* t : trace(below the 10ppm)

솔잎혹파리 幼蟲의 孵化期인 5, 6월에 버지니아소나무의 針葉內에 salicylic acid 含量이 높고 버지니아소나무의 針葉에서 抽出한 phenolic compound와 salicylic acid 溶液위에서 솔잎혹파리 幼蟲을 培養한 結果 斃死率이 높은 것과 一致하며 또한 버지니아소나무의 針葉內에서는 층형이 形成되지 않고 해송×버지니아소나무에서는 소나무 및 해송에 비하여 層형形成率이 반밖에 되지 않으므로 salicylic acid가 솔잎혹파리의 抵抗性 物質이라는 것이 입증된다.(Son 等, 1996)

2. 針葉內 water soluble phenolic compounds의 分析

針葉內에 water soluble fraction 상태의 phenolic compound는 樹液에 溶解된 配糖體(glycoside) 상태의 phenolic compound로서 表 5~8과 같이 樹種別, 季節의인 變化를 나타내고 있다.

Soluble phenolic compound에서는 polyphenol의 前驅物質인(Torssell, 1983) vanillic acid와 syringic acid는 全樹種에서 상당량 나타나고 catechol은 free phenolic compound에서 상당량 나타나던 것이 soluble phenolic compound에서는 흔적만이 나타내고 있는 것은 catechol은 유리된 형태로 다른 物質로 代謝된 것 즉, 배당체는 형성되지 않는 것으로 추측된다. Gallic acid는 1, 5, 6월에서는 흔적만이 나타나고 11월에 솔잎혹파리의 侵害를 받은 소나무 및 해송의 針葉에서는 상당량의 축적을 보이는데 비해 侵害를 받지 않는 針葉에서는 흔적만이 나타나고 있다. 버지니아소나무와 해송×버지니아소나무 交雜種에서는 侵害를 받지 않는 針葉에서도 상당량 나타나고 있다. 소나무와 해송에서 솔잎혹파리의 侵害를 받은 針葉

에서 gallic acid가 나타나는 것은 侵害를 받은후 針葉內에서 代謝作用에 의하여 合成되는 것으로 생각된다.

Salicylic acid는 1월에는 흔적만이 나타내고, 5월에 소량 나타나고 6월에는 버지니아소나무, 해송, 해송×버지니아소나무에서는 그 量이 增加하였고 11월에는 그 量이 減少하였다. 솔잎혹파리 유충의 孵化時期인 5, 6월에 salicylic acid가 感受性樹種인 소나무에서는 少量이나 抵抗性樹種인 버지니아소나무에는 상당한 量이 存在한다는 사실은 앞에서 調査한 버지니아소나무의 抽出物에 培養한 솔잎혹파리 幼蟲의 斃死率이 높은 것과 一致하므로 솔잎혹파리의 抵抗性 物質로 추측된다.

Water soluble phenolic compound는 配糖體의 形態로 樹液에 溶解되어 있는 것으로 추정되므로 free phenolic compound에 比하여 微生物이나 昆蟲에 대한 직접적인 效果는 적을 것으로 생각되나 water soluble phenolic compound 中에 salicylic acid는 配糖體 형태에서 β -glucosidase 酵素에 의해 free phenolic acid로 轉換되므로 솔잎혹파리에 대한 抵抗性 效果가 있을 것으로 생각된다.

針葉內에 alkali soluble fraction에서 檢出된 phenolic compound(表 9)는 針葉 細胞壁 部分에 存在하는 物質로서 細胞壁構成成分과 ester 結合을 하고 있으므로 물이나 ethyl acetate와 같은 溶媒로는 抽出될 수 없는 物質이므로 菌이나 昆蟲에 抵抗性效果를 기대하기에는 어려울 것으로 생각된다.

그러나 Alkali soluble fraction에는 未知의 2-3配糖體 이상의 化合物이 훨씬 많이 包含되어 있는 점으로 보아 相當量의 polyphenol 物質이

alkali에 의해 溶出된 것으로 추측되며 phenolic compound의 造成에는 特異할 만한 점이 없는 것으로 判斷되어 季節別 分析의 結果를 除外하였다.

結 論

소나무類 針葉內의 phenolic compounds의 成分에 대한 季節別 季節的 變化를 調査한바 成分의 種類와 量에 있어 差異가 많았다.

針葉內에 存在하는 phenolic compound 중 free 및 water soluble phenolic compounds에서 catechol과 vanillic acid 및 syringic acid는 상당량이 나타나고 있으나 樹種間에 큰 差異가 없고 같은 成分이라도 季節別로 差異가 있는것은 다른 phenolic compound로 轉換되는 것으로 추측된다. 特히 catechol은 free phenolic compound에서는 상당량 나타나고 있으나 soluble phenolic compound에서는 少量 나타나는 것은 다른 物質로 轉換된것이 아닌가 생각된다. 그러나 이들 物質은 感受性樹種과 抵抗性樹種間에 差異가 없으므로 솔잎혹파리에 대한 抵抗性物質은 아닌 것으로 사료된다.

針葉內의 free phenolic compound와 soluble phenolic compound에서 salicylic acid는 솔잎혹파리 幼蟲의 孵化期인 5, 6월에 버지니아소나무에서는 140ppm, 해송에서는 35ppm, 해송×버지니아소나무에서는 72ppm, 소나무에서는 극소량만 나타나므로 salicylic acid의 含量이 솔잎혹파리의 感受性樹種과 抵抗性樹種間에 差異가 있었다. 솔잎혹파리의 幼蟲을 salicylic acid와 버지니아소나무 抽出物에 培養한 結果(Son 等, 1996) 幼蟲의 斃死率이 높은 것과 버지니아소나무에 salicylic acid의 含量이 높은 것과는 一致하므로 salicylic acid가 솔잎혹파리에 대한 抵抗性物質로 추측된다. 그리고 交雜種인 해송×버지니아소나무의 salicylic acid 含量이 높은 것은 버지니아소나무의 因子가 流入된 것으로 생각되고 成育形成率도 소나무 및 해송에 比하여 반밖에 되지 않으므로 抵抗性物質의 效果라고 추측된다.

針葉內의 soluble phenolic compound는 樹液에 용해된 配糖體이므로 free phenolic compound에 比하여 微生物이나 昆蟲에 대한 直接的인 效果는 적을것으로 생각되나 soluble phenolic compounds의 salicylic acid는 配糖體로서 β -gluco-

sidase 酵素에 의해 free phenolic acid로 轉換되므로 솔잎혹파리에 대한 抵抗性效果가 있을것으로 사료된다.

gallic acid는 1, 5, 6월에 全樹種에서 少量 나타나고 11월에 成育形成葉에 量이 많이 나타나는 것은 솔잎혹파리에 대한 저항성물질이 아닌 것으로 추측되고 또한 솔잎혹파리 유충을 gallic acid 용액에 배양한 결과에서도 幼蟲의 斃死에 영향을 주지 않았다.(Son 等, 1996)

以上の 結果와 같이 salicylic acid는 솔잎혹파리에 대한 抵抗性物質로 추측되나 이 물질 외에 다른 抵抗性物質이 있어 複合的인 作用을 하고 있는지는 향후 좀더 研究가 되어져야 할 것으로 생각된다.

引用 文 獻

1. Belitz, H.D. and W. Grosch, 1982. Structure and Geruch, lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer-Verlag, Berlin, pp: 303.
2. Chevrier, B., R. Weiss, M. Lauge, J.C. Chottard and D. Mansuy, 1981. Molecular mechanisms of oxygen activation J. Am. Chem. Soc, 103: 2899.
3. 全文章, 1984, マツバノタマバエと その寄生蜂, マツタマヤドリハラビロコバチ及びマツタマヤドリクロコバチの生態學的研究, 九州大學 博士學位論文, 180.pp
4. Gara, R.I., R.L. Carlson and B.H. Hrutfiord, 1971. Influence of some physical and host factors on the behavior of the sitka spruce weevil, *Pissodes sitchensis* in south western Washington, Ann. Ent. Soc. Amer. 64: 467-471.
5. Glazener, J.A. 1982. Accumulation of phenolic compounds in cells and formation of ligninlike polymers in cell walls of young tomato fruits after inoculation with *Botrytis cinerea*, Physi. Plant Path. 20: 11-25.
6. Goodwen, T.W. and E.I. Mercen, 1983. Plant Biochemistry, Pergamon Press, : 565. pp
7. Han, S.U., D.K. Lee and S.K. Chen, 1980. Biochemical substances from normal needles

- and infested needles attacked by *Thecodiplosis japonensis* in *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii* and *Pinus rigida*, Jour. Korean For. Soci. 50 : 49-55.
8. 藤下章男 1982. マツノマダラカミキリ對するユーカリ成分の忌避效果(2), 2, 3の實驗と現地適用試驗, 森林防疫 31 : 119-122.
 9. Ikeda, T., A. Yamane, N. Enda, K. Oda, H. Makihara, K. Ito and I. Okochi, 1986 Attractiveness of volatile components of felled pine trees for *Monochamus alternatus*(Coleoptera : Cerambycidae), J. Japn. For. Soc. 68 : 15-19.
 10. Ikeda, T., A. Yamane, N. Enda, H. Makihara, I. Okochi, K. Ito and K. Tabata, 1984 Attractiveness of ethanol-and paraffin-treated pine trees for *Monochamus alternatus* and other insects (1) Attractiveness for *M. alternatus* and mortality dynamics of a pine stand. J. Jap. For. Soc. 66(9) : 386-390.
 11. Ikeda, T. 1981 マツノマダラカミキリの寄主選擇上誘引物質, 植物防疫 35, 395-400.
 12. Ikeda, T., N. Enda, A. Yamane, K. Oda, and T. Toyoda, 1980. Attractiveness for the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope(Coleoptera : Cerambycidae), 應動昆誌15 : 368-361.
 13. Lee, D.K., S.H. Hong and K.S. Kim, 1981. Phenolic substances in the needles of *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* susceptible or resistant, and *Pinus rigida* resistant to pine gall midge. Res. Rep. of the Ins. For. Gene. 17 : 24-31.
 14. Oku, H., H. Yamamoto, H. Ohta and T. Shiraishi, 1985. Effect of abnormal metabolites isolated from nematode-infested pine on pine seedlings and pine wood nematodes, Ann. Phytopath. Soc. Japan 51 : 303-311.
 15. Rhodes, M.J.C. and L.S.C. Wooltorton, 1973. Stimulation of phenolic acid and lignin biosynthesis in swede root tissue by ethylene, Phytochemistry, 12 : 107-118.
 16. Son, D.S., T.J. Eom, J.D. Seo and S.R. Lee, 1996. Potential resistant factors in pine needles to pine gall midge Jour. Korea. For. Soc. 85(2) : 244-250.
 17. Terazawa, M. and M. Miyake, 1984. Phenolic compounds in living tissue of wood(II). Seasonal variations of phenolic glycosides in the cambial sap of woods, Mokuzai Gakkai-shi, 30(4) : 329-334.
 18. Torssell, K.B.G., 1983. Natural Product Chemistry, Jhon Wiley & Sons, pp : 84-110.
 19. 上野明・藤下章男, 1982. マツのマダラカミキリに對するユーカリ成分の忌避效果, 森林防疫, 31 : 89-93.
 20. Vance, C.P., T.K. Kirk and R.T. Sherwood, 1980. Lignification as a mechanism of disease resistance, Ann. Rev. Phytopathol. 18 : 259.