

玉露栽培における被覆処理が農薬成分の残留値に及ぼす影響

坂井佑輔*・井上梨絵・小熊光輝

被覆処理を伴う玉露栽培において、荒茶に残留する農薬成分量を調査した。摘採 7, 14, 21 日前の一番茶芽に農薬を散布した場合、農薬散布から摘採までの期間が短いほど残留値は高かった。また、被覆下では露地よりも農薬残留値が高かった。この理由としては、被覆条件下では光量および雨量の減少や生育量の低下が考えられた。

玉露栽培において使用頻度の高い 8 剤を選び、日本の農薬登録に定められた摘採前日数で散布した場合、残留値が日本の MRL 未満であったのは 8 剤、台湾の MRL 未満であったのは 5 剤、欧州連合の MRL 未満であった農薬はなかった。

[キーワード：玉露，被覆，農薬残留，遮光]

Effect of Shading on Residual Values of Pesticide Components in Gyokuro Tea. SAKAI Yusuke, Rie INOUE and Mitsuteru KOGUMA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 834-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 7: 87-92 (2021)

This study investigated the effect of a shade covering treatment on pesticide residues measured in unrefined gyokuro tea after plucking. Eight pesticides frequently used in gyokuro cultivation were sprayed on the first crop of tea 7, 14, and 21 days before plucking. Higher residual pesticide values were observed with shorter intervals between spraying and plucking. Plants under the covered treatment had higher pesticide residue values than plants grown in an open field. This effect was attributed to the decreased light and rainfall, and corresponding decrease in the growth under covered conditions.

The residual value of all pesticides tested in this study was below the Japanese Maximum Residue Level (MRL) of 8 and the Taiwan MRL of 5. No pesticide was below the European Union MRL.

[Key words : covering, gyokuro, pesticide residue, shading]

諸言

近年は緑茶の輸出に対する動きが活発である。2005 年は 1,096 t であった我が国の輸出量は、2019 年には 5,108 t まで増加している（農林水産省 2020）。本県においても、玉露をはじめとする八女茶が台湾や欧州連合（以下、EU と略す）などに輸出されている。しかし、輸出する茶は各国の残留農薬基準値（以下、MRL と略す）を順守しなければならないため、国内向けに生産する場合と比較して散布できる農薬の種類や時期が限定される。

本県の代表的な茶種である玉露は、一番茶萌芽後から藁、こも、黒色化学繊維資材などで 20 日前後被覆して栽培する。摘採までに 95% 程度遮光することにより、葉色が濃くなること、うま味成分であるテアニンやアルギニンなどアミノ酸が高濃度で維持されること（忠谷・竹若 2006, 小林ら 2011）等から、緑茶の中でも高品質茶に位置付けられている。しかし、玉露栽培は遮光下で行われることから、チャもち病や黒葉腐病などの病害およびハダニ類やチャノホソガなどの害虫が発生しやすく、玉露の品質低下を防ぐためには農薬散布により防除する必要がある。散布された農薬成分は、チャの葉や幹に残留し、太陽光線による光分解や植物体内における代謝等により消失することが知られており（後藤 1976）、被覆処理により太陽光線が遮られる玉露栽培では、露地栽培に比べて農薬成分の消失は緩やかになると考えられる。しかし、玉露栽培における遮光による農薬残留への影響は明らかになっていない。

そこで本研究では、玉露を栽培する際、一番茶芽に使用されている農薬について、被覆処理が農薬成分の残留値に及ぼす影響について調査し、玉露を輸出する際に使用可能な農薬を明らかにした。

材料および方法

1 被覆および露地栽培における農薬成分の残留値

福岡県農林業総合試験場八女分場内（福岡県八女市黒木町、標高 144m）で栽培した品種「やぶきた」（1994 年 9 月定植、弧状仕立て）を用いた。試験区として被覆区および露地区の 2 区を設けた。試験区の面積は 16.2m²/区（9×1.8m）とし、反復は設けなかった。被覆方法は、2017 年 4 月 28 日に縦 10m、横 2m、高さ 1.8m の簡易棚を茶園に設置し、遮光率 60% の黒色化学繊維資材（ポリエチレン製）を全面に被覆することで行った。5 月 4 日に遮光率 90% の黒色化学繊維資材（ポリエチレン製）に取り換え、5 月 10 日に前述の遮光率 60% の黒色化学繊維資材を重ね掛けし、最終遮光率は 96% とした。一番茶摘採日は 2017 年 5 月 18 日に設定した。供試農薬はイミノクタジナルベシル酸塩水和剤（ベルコート®フロアブル、イミノクタジナルベシル酸塩 30.0%、1,500 倍液）、クレソキシムメチル水和剤（ストロビー®フロアブル、クレソキシムメチル 44.2%、2,000 倍液）、スピノサド水和剤（スピノエース®フロアブル、スピノサド 20.0%、

*連絡責任者（八女分場：sakai-y5818@pref.fukuoka.lg.jp）

2,000 倍液), トルフェンピラド水和剤 (ハチハチ®フロアブル, トルフェンピラド 15.0%, 1,000 倍液), ピリダベン水和剤 (サンマイト®フロアブル, ピリダベン 20.0%, 1,000 倍液), ピリベンカルブ水和剤 (ファンタジスタ®顆粒水和剤, ピリベンカルブ 40.0%, 3,000 倍液), フルアジナム水和剤 (フロンサイド®SC, フルアジナム 39.5% (W/W), 2,000 倍液) およびメトキシフェノジド水和剤 (フェルコン®フロアブル, メトキシフェノジド 20.0%, 4,000 倍液) とし, 希釈には水道水を用いた。散布は 4 月 27 日 (摘採 21 日前), 5 月 4 日 (摘採 14 日前) および 11 日 (摘採 7 日前) に行い, 農薬の同時散布を極力避けるため, 散布当日の 9 時にピリダベン水和剤, フルアジナム水和剤およびメトキシフェノジド水和剤の混合液を, 11 時にクレソキシムメチル水和剤およびスピノサド水和剤の混合液を, 13 時にイミノクタジンアルベシル酸塩水和剤およびトルフェンピラド水和剤の混合液を, 15 時にピリベンカルブ水和剤を試験区内の樹冠面 5.4m² (3×1.8m) に, 400 L/10 a 相当量を背負い式噴霧器を用いて散布した。なお, 農薬散布時は樹冠面が乾いているのを確認し, 散布日ごとに散布箇所を変更した。5 月 18 日に, 被覆資材および簡易棚を除去し, すぐに可搬型摘採機 (茶摘機 V8X2, 落合刃物工業株式会社) を用いて試験区中央部 3.2m² (2×1.6m) を摘採した。送带式蒸機 (送带式蒸機 20K, 株式会社宮村鐵工所) で 60 秒間蒸熱後, 60°C に設定した透気式乾燥棚 (透気乾燥機 50K, カワサキ機工株式会社) により 4 時間乾燥して得た荒茶 100 g を農薬成分の残留分析に供した。荒茶は試験区の散布日ごとに製茶し, 反復は設けなかった。農薬成分の残留分析は株式会社キューサイ分析研究所に委託した。分析は試験区の散布日ごとに 1 検体とし, 反復は設けなかった。各農薬の分析成分名と茶に対する日本, 台湾および EU の MRL を第 1 表に示した。

2 被覆および露地栽培における摘芽の重量

農薬成分の残留値に影響すると考えられるチャの摘芽重について, 被覆区と露地区を設置して経時的に摘芽を収穫し, 調査した。試験は試験 1 と同時に行った。被覆区および露地区の摘芽は試験 1 の各農薬の散布日, すなわち 4 月 27 日, 5 月 4 日および 11 日に 20cm 四方の枠を畝の中央部に設置し, 手鋏みで前年秋整枝面より 2cm 上で摘み取り, 重量を計測した。調査箇所は試験区の散布

日ごとに 1 か所とし, 区の反復は設けなかった。

結果

1 試験期間中の気象概況

試験期間中の平均気温, 降水量および日照時間を第 1 図に示した。平均気温は, 4 月 6 半旬および 5 月 2 半旬から 4 半旬まで平年並みであったが, 5 月 1 半旬が平年より 2.5°C 高かった。降水量は, 5 月 3 半旬は 64.5mm と多く, 試験期間中の積算降水量は平年より 69.6mm 少なかった。日照時間は, 4 月 6 半旬, 5 月 1 半旬および 5 月 3 半旬は平年並みであったが, 5 月 4 半旬は平年と比べて 19.3 h 長く, 5 月 2 半旬は 10.0 h 短かった。試験期間中の積算日照時間は平年と比較して長かった。積算日照時間は, 摘採 21 日前が 136.5 h, 14 日前が 74.0 h, 7 日前が 40.5 h であった。

2 被覆および露地栽培における農薬成分の残留値

農薬成分の残留値は, いずれの試験区においても農薬散布から摘採までの期間が長いほど低い値を示した (第 2 図)。被覆区と露地区を比較すると, 被覆区の方が試験期間を通じて農薬成分の残留値は高く推移した。供試した各農薬の成分残留値は以下の様になった。

(1) イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤の残留値

被覆区におけるイミノクタジンの残留値は摘採 14 日前散布および 7 日前散布では, それぞれ 1.10mg/kg および 4.70mg/kg となり, 日本, 台湾および EU の MRL 以上であった。これに対し, 21 日前散布では 0.95mg/kg となり, EU の MRL 以上であったが, 日本および台湾の MRL 未満であった。露地区におけるイミノクタジンの残留値は 7 日前散布では 1.70mg/kg となり, 日本, 台湾および EU の MRL 以上であった。これに対し, 21 日前散布および 14 日前散布では, それぞれ 0.16mg/kg および 0.46mg/kg となり, EU の MRL 以上であったが, 日本および台湾の MRL 未満であった。

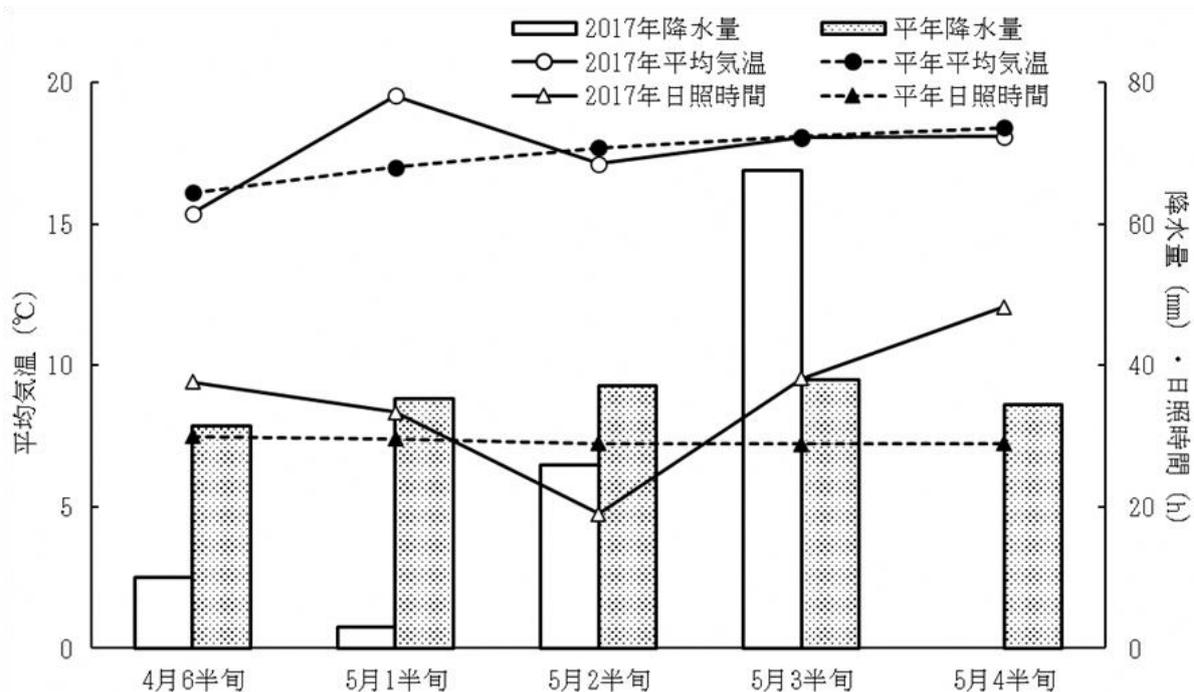
(2) クレソキシムメチル水和剤の残留値

被覆区におけるクレソキシムメチルの残留値は摘採 21 日前散布および 14 日前散布では, それぞれ 0.98mg/kg および 5.00mg/kg となり, EU の MRL 以上であったが, 日本および台湾の MRL 未満であった。7 日前散布では 13.00mg/kg となり, 台湾および EU の MRL 以上であった

第 1 表 供試薬剤の成分名とチャに対する日本, 台湾および EU の残留農薬基準値 (MRL)

供試薬剤	成分名	国内での使用時期 (摘採前日数) ¹⁾	MRL (mg/kg) ¹⁾		
			日本	台湾	EU
イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤	イミノクタジン	21	1	1	0.01
クレソキシムメチル水和剤	クレソキシムメチル	10	15	10	0.05*
スピノサド水和剤	スピノサド	7	2	1	0.1*
トルフェンピラド水和剤	トルフェンピラド	14	20	10	0.01
ピリダベン水和剤	ピリダベン	14	10	5	0.05*
ピリベンカルブ水和剤	ピリベンカルブ	7	40	20	0.01
フルアジナム水和剤	フルアジナム	14	5	5	0.1*
メトキシフェノジド水和剤	メトキシフェノジド	7	40	10	0.05*

1) 2020 年 6 月 10 日現在の登録情報および基準値。*は暫定基準値で, 公定法での定量限界値を示している



第1図 試験期間中の気象概況¹⁾

1) 気象データはアメダス黒木観測地を使用し、降水量と平均気温の平年は1981～2010年の30年平均、日照時間の平年は1986～2010年の25年平均、試験ほ場との直線距離は125m

が、日本のMRL未満であった。露地区におけるクレソキシムメチルの残留値は21日前散布、14日前散布および7日前散布では、それぞれ0.07mg/kg、0.27mg/kgおよび2.90mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。

(3) スピノサド水和剤の残留値

被覆区におけるスピノサドの残留値は摘採21日前散布および14日前散布では、それぞれ0.32mg/kgおよび0.76mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。7日前散布では1.70mg/kgとなり、台湾およびEUのMRL以上であったが、日本のMRL未満であった。露地区におけるスピノサドの残留値はいずれの散布日においても検出限界未満であった。

(4) トルフェンピラド水和剤の残留値

被覆区におけるトルフェンピラドの残留値は摘採7日前散布では21.00mg/kgとなり、日本、台湾およびEUのMRL以上であった。これに対し、21日前散布および14日前散布では、それぞれ3.70mg/kgおよび7.80mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。露地区におけるトルフェンピラドの残留値は21日前散布、14日前散布および7日前散布では、それぞれ1.90mg/kg、6.50mg/kgおよび8.20mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。

(5) ピリダベン水和剤の残留値

被覆区におけるピリダベンの残留値は摘採7日前散布では16.00mg/kgとなり、日本、台湾およびEUのMRL以上であった。これに対し、21日前散布および14日前散布

では、それぞれ1.20mg/kgおよび3.40mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。露地区におけるピリダベンの残留値は21日前散布、14日前散布および7日前散布では、それぞれ0.14mg/kg、0.42mg/kgおよび2.70mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。

(6) ピリベンカルブ水和剤の残留値

被覆区におけるピリベンカルブの残留値は摘採21日前散布では13.00mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。14日前散布および7日前散布では、それぞれ21.00mg/kgおよび33.00mg/kgとなり、台湾およびEUのMRL以上であったが、日本のMRL未満であった。露地区におけるピリベンカルブの残留値は21日前散布、14日前散布および7日前散布では、それぞれ1.90mg/kg、5.70mg/kgおよび7.40mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。

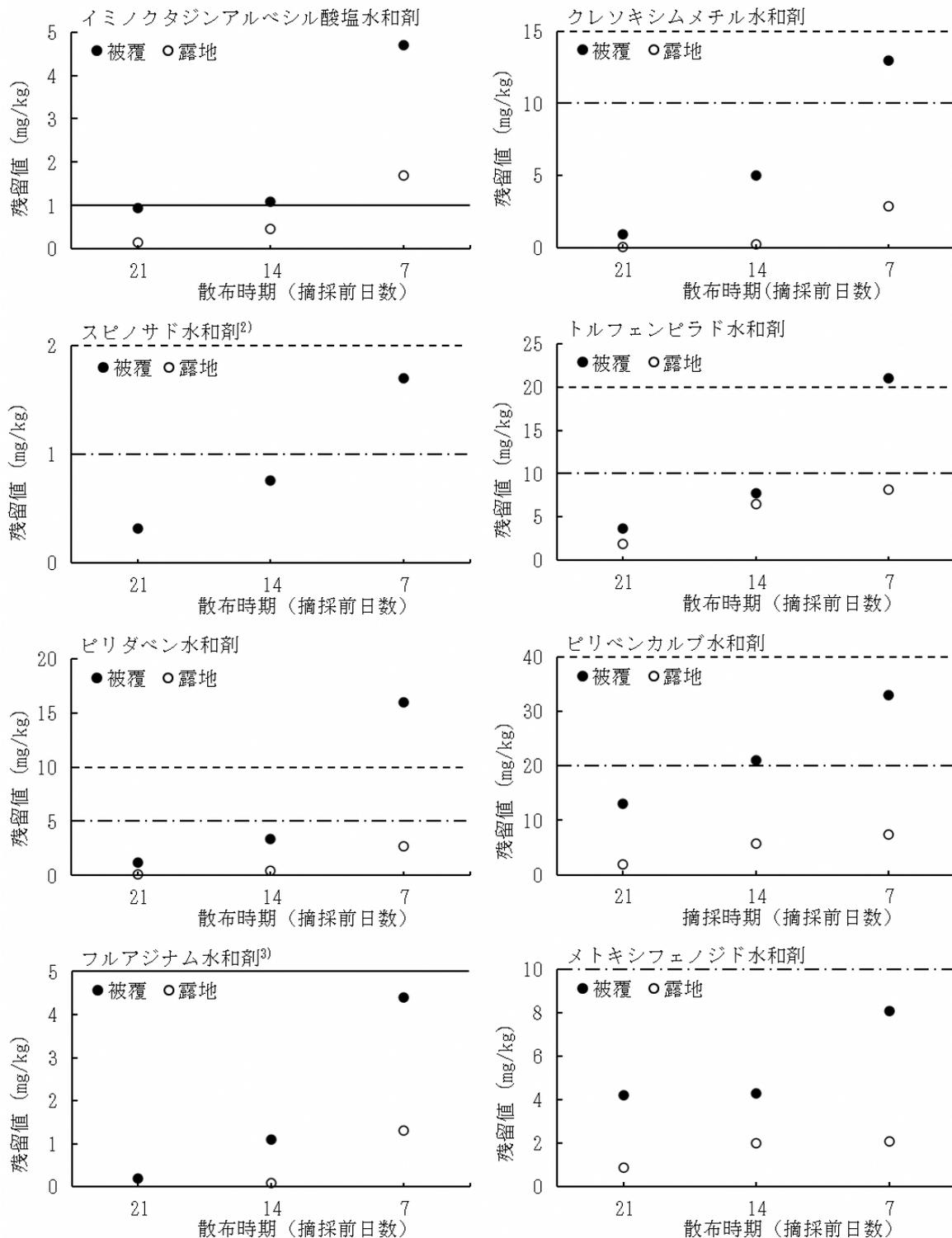
(7) フルアジナム水和剤の残留値

被覆区におけるフルアジナムの残留値は摘採21日前散布、14日前散布および7日前散布では、それぞれ0.20mg/kg、1.10mg/kgおよび4.40mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。露地区におけるフルアジナムの残留値は14日前散布および7日前散布では、それぞれ0.10mg/kgおよび1.30mg/kgとなり、EUのMRL以上であったが、日本および台湾のMRL未満であった。21日前散布では検出限界未満であった。

(8) メトキシフェノジド水和剤の残留値

被覆区におけるメトキシフェノジドの残留値は摘採 21 日前散布, 14 日前散布および 7 日前散布では, それぞれ 4.20mg/kg, 4.30mg/kg および 8.10mg/kg となり, EU の MRL を超えて残留したが, 日本および台湾の MRL を下回った。露地区におけるメトキシフェノジドの残留値は 21 日

前散布, 14 日前散布および 7 日前散布では, それぞれ 0.89mg/kg, 2.00mg/kg および 2.10mg/kg となり, EU の MRL を超えて残留したが, 日本および台湾の MRL を下回った。

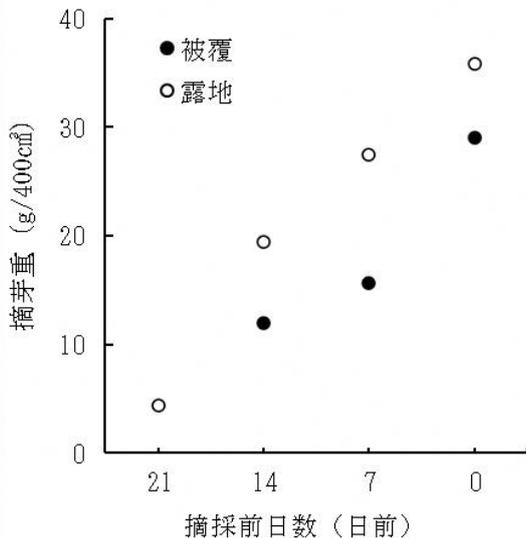


第2図 チャにおける被覆の有無が農薬成分残留値に及ぼす影響¹⁾

- 1) 図中の破線は日本, 長鎖線は台湾, 実線は日本と台湾の MRL を示す
- 2) スピノサド水和剤の露地については, 全ての残留値が検出限界 0.05mg/kg 未満
- 3) フルアジナム水和剤の露地については, 摘採 21 日散布の残留値が検出限界 0.1mg/kg 未満

3 被覆および露地栽培における摘芽の重量

摘採 21 日前から摘採日までの摘芽重の推移を第 3 図に示した。14 日前から試験区間の差が認められ、7 日前にはその差が最も大きくなり、被覆区が露地区よりも 11.8 g 軽かった。また、調査日ごとの被覆区に対する露地区の比は 21 日前が 1.63、14 日前が 1.75、当日が 1.23 であった。



第 3 図 チャにおける被覆の有無が摘芽重に及ぼす影響

考 察

福岡県の代表的な茶種である玉露は、遮光率 60% で 6 日前後、遮光率 95% で 14 日前後、合わせて 20 日程度被覆条件下で栽培される。この時期はハダニ類やチャノホソガ、黒葉腐病等が発生するため、その防除のための農薬を散布する必要がある。今回、使用頻度の高い農薬成分の残留値について調査したところ、被覆は露地と比べて高濃度で残留することが示された。平原ら (1998) は、蒸留水中あるいはシリカゲルプレート上において、波長領域 300–400nm の光照射により農薬成分が減少することを確認している。また、木村・神田 (2013) は、被覆資材の種類と波長との関係について報告しており、本試験と類似の黒色化学繊維資材 (ポリエチレン製) では波長の違いにかかわらず遮光率は一定であったとしている。黒色化学繊維資材を用いた玉露栽培においては、波長領域 300–400nm の光は、設定した遮光率と同様に、摘採 20 日前から 15 日前までは 60% 程度、14 日前から 7 日前までは 90% 程度、7 日前から摘採までは 96% 程度遮られたために、農薬成分の分解が遅延したのではないかと考えられる。また、現地では黒色化学繊維資材以外に、よしず、藁やこもを用いる被覆方法がある。これらの被覆資材は、黒色化学繊維資材よりも農薬成分の分解を助長する紫外線領域の透過率が低い (木村・神田 2013) ため、残留値はさらに高くなる懸念される。

農薬成分の消失には、光分解のほかに降雨による農薬成分の流亡が影響すると考えられる。丸ら (1980) は 8 種

の農薬についてイネに散布した後、降雨に当たる時間が長くなるほど残留量が少なくなることを報告している。本試験では、試験区内の降水量の調査は行っていないが、被覆区は黒色化学繊維資材によって茶園を覆っているため、露地区と比べて降雨の影響が少ないと考えられる。特に、摘採 7 日前散布の残留値は 5 月 3 半月の降水量が 64.5mm と多かったことと被覆区が黒色化学繊維資材を重ね掛けしていたことにより、新芽に付着している農薬成分が降雨により流亡する量に差が生じ、被覆区と露地区の差が大きくなったと示唆される。

被覆条件が新芽形質に及ぼす影響については、被覆により摘芽重や新芽数が減少することや 10 日以上被覆は新芽の出開きが早く進むことが報告されている (忠谷・竹若 2006)。また、木村・神田 (2013) は、380nm 以下の紫外線を遮ることで葉の葉厚が薄くなることを報告している。堺田ら (2010) は、玉露茶園内の 9 時から 15 時の気温が露地の気温よりも平均で 4.1°C 低く推移することを報告している。したがって、玉露栽培における被覆処理では、被覆条件下における光量の減少と気温が低く推移することにより被覆処理後の新芽の生育量が減少し、結果として摘芽重が軽くなるものと推察される。今回の試験においても被覆により摘芽重が減少し、これまでの報告と同様に、被覆によりチャの生育量が抑制されることが確認された。作物の生育が残留値に及ぼす影響については、坂部ら (2015) が様々な作物における農薬残留濃度推定モデルに関する文献を調査し、散布した農薬成分の作物への初期付着量および作物の成長速度が残留濃度に影響を及ぼすことを報告している。また、池田・橋本 (2008) は、コマツナにおいて、農薬散布後の生育量が農薬成分の減衰速度に影響を及ぼすことを報告している。本試験において農薬散布後のチャの生育量は、被覆により減少しており、露地栽培と比べて農薬残留値が高くなった可能性はある。

以上のことから、現在、玉露栽培において使用頻度の高い農薬を用いて、摘採 21 日前から 7 日前の範囲における農薬成分の残留値を調査したところ、被覆栽培では露地栽培に比べて高い残留値を示すことが明らかとなった。被覆区と露地区の調査日ごとの残留値の比は、摘芽重の比よりも大きいものが多い。このことから、チャにおける農薬成分の消失に対する紫外線量や降水量の影響は生育量の影響よりも大きいと推察された。ただし、Fantke・Jurasko (2013) は、農薬成分の消失には植物表面に対する農薬の親和性や降雨に対する農薬の溶解度の違いが影響することを報告している。Fujita *et al.* (2014) は、レタスにおいて、農薬成分の水溶性と蒸気圧の違いが減衰パターンに影響を及ぼすことを報告している。そのため、チャにおいても、紫外線量、降水量および生育量の影響がすべての農薬に対し同様に作用しているわけではないと考えられる。

農薬登録に定められた摘採前日数を確保できるように散布することで、被覆条件下においても、今回供試したすべての農薬が日本の MRL に、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤、トルフェンピラド水和剤、ピリダベン水和剤、

フルアジナム水和剤およびメトキシフェノジド水和剤が台湾の MRL に適合することを確認した。一方、今回の試験では EU の MRL に適合する農薬は確認できなかったが、農薬成分の減衰パターンから農薬登録に定められた摘採前日数ではなく、摘採 21 日前よりも長い日数を設定することで、EU の MRL に適合する可能性もあり、今後、検討する余地はある。

謝 辞

本研究の一部は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）課題名：一番茶の海外輸出を可能とする病害虫防除体系の構築と実証(C022)」の助成を受けて実施した。

引用文献

- Fantke P, Juraske R(2013) Variability of Pesticide Dissipation Half-Lives in Plants. *Environ. Sci. Technol.* 47 : 3548-3562.
- Fujita M, Yajima T, Tomiyama N, Iijima K, Sato K(2014) Comparison of pesticide residue levels in headed lettuce growing in open fields and greenhouses. *J. Pestic. Sci.* 39 : 69-75.
- 後藤真康(1976)環境における農薬の代謝分解. *日本農薬学会誌* 1 : 423-429.
- 平原嘉親・佐谷戸安好・中室克彦(1998)農薬の環境中における光分解挙動に関する基礎的研究. *衛生化学* 44 : 451-461.
- 池田悠里・橋本良子(2008)コマツナにおける数種農薬の残留特性. *関東病虫研報* 55 : 169-174.
- 木村泰子・神田真帆(2013)本ず被覆内の分光スペクトル特性と紫外線照射および除去が茶新芽の品質に及ぼす影響. *茶研報* 116 : 1-13.
- 小林栄人・中村順行・鈴木利和・大石哲也・稲葉清文(2011)光強度がチャ新芽の葉色および成分に及ぼす影響. *茶研報* 111 : 39-49.
- 丸 諭・福田寿久・村田明夫(1980)散布後の人工降雨による数種農薬の流亡とイネいもち病に対する残効. *関東病虫研報* 27 : 16-18.
- 農林水産省(2020)茶をめぐる情勢. 農林水産省生産局, 東京, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/tokusan/cha/attach/pdf/ocha-20.pdf>(2020年7月16日閲覧).
- 坂部亮介・松野倫也・塩澤明日香・田中 稔・早川泰弘(2015)農薬の作物残留濃度推定モデルに関する国内外の研究の動向調査. *農薬調査研究報告* 6 : 31-44.
- 堺田輝貴・吉岡哲也・仁田原寿一・中園健太郎・久保田朗・成山秀樹(2010)玉露栽培における被覆資材除去後の露光時間が茶芽の品質に及ぼす影響. *茶研報* 109 : 13-21.
- 忠谷浩司・竹若与志一(2006)直がけ被覆期間が一番茶芽の生育および成分含有率に及ぼす影響. *茶研報* 101 : 9-16.