

## 大型台風によるコーヒーの被害発生要因と抑制要因の検証

## Verification of factors causing and suppressing coffee damage caused by large typhoons

甲野 毅\*

Tsuyoshi KOUNO\*

**Abstract:** The purpose of this technical report is to clarify the damage status of coffee trees, the factors that cause damage, and the factors that suppress damage by Typhoon No. 6, and to present countermeasures against the typhoon. The research target is a coffee farm located on flatland in the northern region of Okinawa Prefecture, which has been planted for more than 10 years, mainly using windbreaks. Researchers went to coffee farms, conducted interviews with farm owners, and conducted field surveys. As a result of the verification, we were able to show the following three points as typhoon countermeasures for coffee farms. The first point is to plant windbreak forests and fences. It is important to narrow down the farmland surrounded by them and plant them densely on all sides. The second point is to consider soil hardness. It is necessary to improve the soil hardness so that the main roots and lateral roots can extend further. The third point is appropriate tree size and management. It is important to manage the trees by raising the height of the trees higher than the planting spacing, and by pruning to allow wind to pass through.

**Keywords:** climate change, windbreak forests, farms, forests, Okinawa Prefecture

**キーワード：**気候変動，防風林，農園，森林，沖縄県

## 1. はじめに

沖縄県ではコーヒー栽培が盛んになっていることは本技術報告書で報告済みだが，多くのコーヒー農園は開園してから十数年経ている<sup>1)</sup>。沖縄県のコーヒー栽培は明治8年に始まっている<sup>2)</sup>ことから，何らかの理由で盛んになったり衰退したりしている可能性がある。その一つに台風があると思われる，北部地域の古い農園では台風による全滅に近い被害を受け，また大規模農園の一つでも2018年の台風24号により，5割の樹に被害があった<sup>3)</sup>。このような台風による被害に対処することは，コーヒー農園にとって最大の課題である。そのようなリスクが懸念される中，2023年8月に大型で特異な台風6号が発生し，沖縄県に甚大な被害をもたらした。コーヒー農園にも影響があり，調査者が3つの農園でヒアリング調査とフィールド調査をした同年8月の後半に，少なくとも被害が発生していた。それは，雨風によるコーヒーノキの傾斜，損壊，そして周辺樹木の倒木による傾斜，損壊などである。一方で，同じ農園内でも台風による被害が少ない農地が存在した。今後，気候変動による台風の大規模化が懸念される中，それらにも耐えることができるような農園作りが求められる。被害状況を精査し，それらが少なかった要因などを探求する必要があると考える。そこで本技術報告書では，一農園における台風6号によるコーヒーノキの被害状況とその発生要因，また被害が抑制された要因を明らかにし，農園の台風対策を示すことを目的とする。調査手法は，調査者が実際にコーヒー農園に行き，農園主からの聞き取り調査および現地でのフィールド調査とする。そして過去に計測した風速や土壌環境に関する観測データを活用しながら検証する。

## 2. 調査対象地と調査項目の概要

## (1) 調査対象地

沖縄県北部地域のコーヒー農園では，台風などの強風または恒常風を防ぐために，地形や森林を活用する農園と，防風林や防風

垣を整備する農園がある<sup>1)</sup>。強風を抑えることが出来るような四方を森林に囲まれた使い勝手の良い土地は限定されると思われることから，本調査では土地改良された平地にあり，主に防風林を活用して防風対策をしているコーヒー農園を調査対象とした。そこは，海岸から離れた標高数十mに位置し，森林と民家や他農地に隣接し，総面積は1ha未満，数百本のコーヒーを栽培しており，植栽後十数年が経過していた(図-1)。

## (2) 調査対象ゾーンと調査項目

調査対象地の中に4つのゾーンを設定した。第1に防風林と防風垣に囲まれたコーヒーノキの傾斜が目立たない農地内の任意に設定したAゾーン(図-2)，第2に防風林と防風垣に囲まれた樹の傾斜が目立つ農地内の任意に設定したBゾーン(図-3)，第3に防風林に囲まれたコーヒーノキの苗木を植栽後3年経過したCゾーン(図-4)，第4に防風林に囲まれた樹が栽培されている農地内の2列からなるDゾーン(図-5)である。調査項目は，コーヒーノキの規格，樹勢・樹形，上部の結実状況，そして被害状況として幹の傾斜の程度，根の状態，傾斜方向とした。なお，樹勢・樹

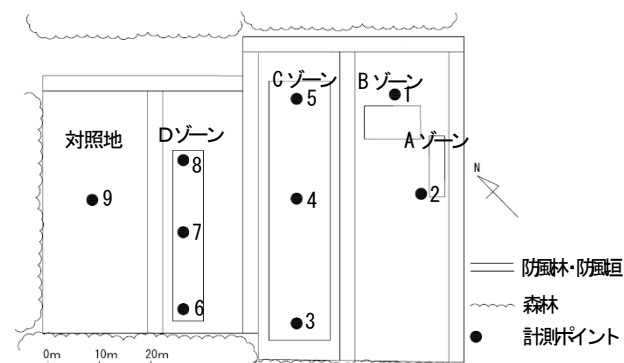


図-1 調査対象地と各ゾーン・計測ポイント

\*大妻女子大学家政学部ライフデザイン学科

\*Department of Life Design, Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

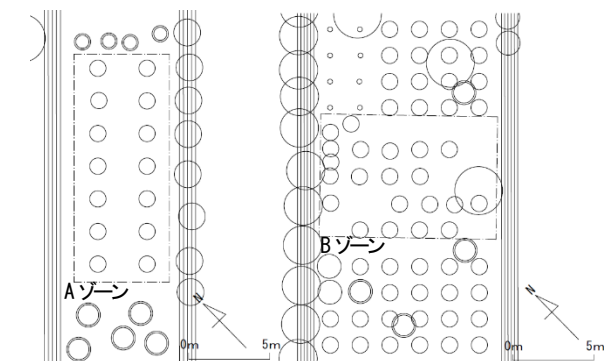


図-2 Aゾーン平面図 図-3 Bゾーン平面図

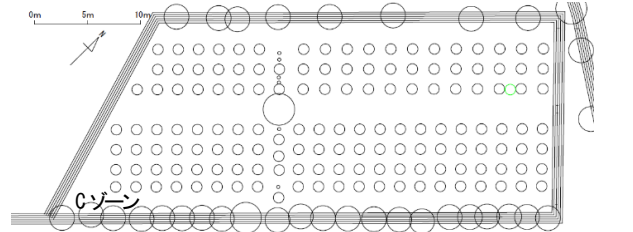


図-4 Cゾーン平面図

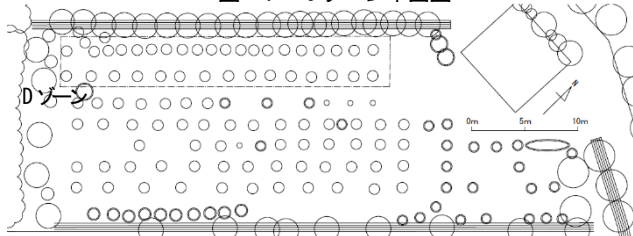


図-5 Dゾーン平面図



写真-1 傾斜レベル2



写真-2 傾斜レベル4



写真-3 傾斜レベル5



写真-4 「幹折れ」



写真-5 「根浮き」

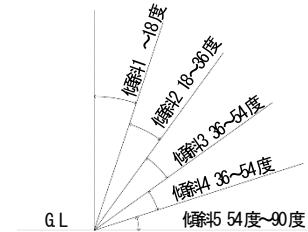


図-6 幹の傾斜レベル

形、結実状況は甲野(2022)<sup>4)</sup>に従い、結実状況は1~3の数値で、樹勢・樹形は1~5の数値で評価したが、その値が低いほど良好であることを示す。幹の傾斜の程度については、図-6に示すように傾斜レベル1~5の5段階で、傾斜している方向については幹が倒れている方向を8分割した八方位で、それぞれ評価した。また樹

の主幹が途中で折れる「幹折れ」の有無を、根の状態として樹の根鉢周辺に細かな割れが生じる「根割れ」の有無や、根鉢が浮き上り一部の側根が露呈する「根浮き」の有無を、それぞれ調査した。

### (3) 風速調査と土壌調査の観測データ

風速調査と土壌調査は、コーヒー農園の栽培環境を明らかにするためにに行ったもので、調査は2021年~2022年の表3に示す日に行った。調査項目の内、本調査で活用するのは、風速、土壌の性質として土性、礫と腐植の有無、土壌物理性である土壌硬度、土壌透水性、土壌水分量とした。風速と土壌水分量については、各季節の1日の調査日を設定したが、土壌性質と硬度、透水性については、年に一度の調査とした。これらを調査した計測ポイントは、本調査で設定した各調査対象ゾーンの中に設定されていた(図-1)。またコーヒーが栽培されていない、風と日照を遮る防風林が存在しない、農園に隣接する休耕地が対照地として設定された。そして調査機器として、風速については、設定した期間内の風速を常時記録することができる風杯型デジタル風速計データロガー(AM-4257SD)を使用した。設置場所は、計測ポイントのコーヒーノキの樹冠外側部であり、地上から1.5mの三脚上部に固定した。1日の計測時間は8時~17時までの9時間とし、1分間毎の平均値を記録し、それらのデータから1日の計測時間内における平均記録を算出した。また土壌硬度については、長谷川式土壌貫入計(H-100N)により、土壌透水性については、長谷川式簡易現場透水試験機により計測した。これらの計測箇所は、計測ポイントのコーヒーノキの樹冠外側部の直下地面とした。さらに土壌水分量の含水比については、コーヒーノキの樹冠外側部の直下から採取した土壌をポケット土壌水分計(PAL-Soil)により計測した。

### (4) 台風6号(カーン)の概要

台風6号の経路図を図-7・8に示す。この台風は、7月22日に発生し、8月11日に朝鮮半島で勢力を落として熱帯低気圧に変わった。夏の台風らしく偏西風の影響を受けずに複雑な経路をたどり、影響が長くなったことも特徴的で、台風として存在した期間は14日間で、歴代15位タイの長さだった<sup>5)</sup>。この内、調査対象地に影響した7月31日~8月8日の天気、降水量、風向、風速を気象庁名護観測所の過去の天気資料<sup>6)</sup>を加工して表-1に示した。

## 3. 調査結果

### (1) 調査時期

調査は、台風6号が通過して約3週間後の2023年8月28、29日および11月10、11日に行った。以下実施した樹木規格、樹勢・樹形、上部結実状況、被害状況、またそれ以前に実施した風速調査と土壌調査についての調査結果を、それぞれ示す。

### (2) 樹木規格、樹勢、樹形・結実状況の調査結果

樹木規格の点では、A・B・Dゾーンの樹の大きさに対し、植栽後3年経過のCゾーンは、比較的小さかった。またA・B・Dゾーンの樹形は、台風の影響により問題があったが樹勢は悪くなかった。だ

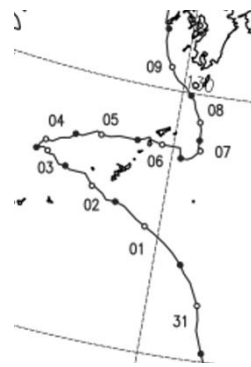
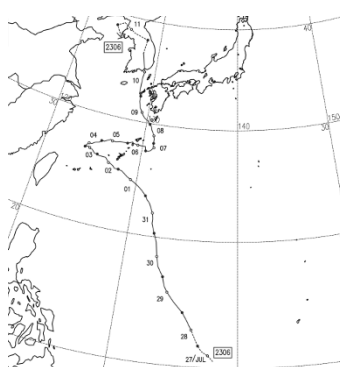


図-7 台風6号の経路図 図-8 沖縄県付近拡大図

| 07月31日(月)  |      |      |      |      |     |     |     |     |     | 08月01日(火) |     |     |     |     |     |     |      |      |      | 08月02日(水) |     |     |     |     |     |    |    |  |  | 風速10m以上 |  |
|------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|---------|--|
| 月日         | 時    | 3    | 6    | 9    | 12  | 15  | 18  | 21  | 24  | 時         | 3   | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21   | 24   | 時    | 3         | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21 | 24 |  |  |         |  |
| 天気         | 晴    | 曇り   | 曇り   | 曇り   | 曇り  | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 曇り        | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 雨   | 雨   | 雨   | 雨    | 雨    | 雨    | 雨         | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨  | 雨  |  |  |         |  |
| 3時間<br>降水量 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.3 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0       | 0.0 | 0.3 | 1.0 | 1.3 | 4.7 | 2.7 | 11.7 | 19.8 | 30.3 | 18.2      | 3.8 | 0.0 | 1.2 |     |     |    |    |  |  |         |  |
| 風向         | 北    | 北    | 北    | 北    | 北   | 北   | 北   | 北   | 北   | 北         | 北   | 北   | 北   | 北   | 北   | 北   | 北    | 東    | 東    | 南         | 南   | 南   | 南   | 南   | 南   | 南  |    |  |  |         |  |
| 風速(m/s)    | 3    | 2    | 5    | 4    | 6   | 5   | 5   | 6   | 7   | 8         | 10  | 10  | 12  | 12  | 22  | 17  | 16   | 19   | 19   | 17        | 14  | 14  | 12  | 9   |     |    |    |  |  |         |  |
| 08月03日(木)  |      |      |      |      |     |     |     |     |     | 08月04日(金) |     |     |     |     |     |     |      |      |      | 08月05日(土) |     |     |     |     |     |    |    |  |  |         |  |
| 月日         | 時    | 3    | 6    | 9    | 12  | 15  | 18  | 21  | 24  | 時         | 3   | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21   | 24   | 時    | 3         | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21 | 24 |  |  |         |  |
| 天気         | 雨    | 曇り   | 雨    | 曇り   | 雨   | 雨   | 雨   | 曇り  | 雨   | 雨         | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨    | 雨    | 雨    | 雨         | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨   | 雨  |    |  |  |         |  |
| 3時間<br>降水量 | 0.0  | 0.0  | 7.5  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0       | 0.3 | 0.8 | 3.2 | 0.5 | 4.7 | 5.0 | 2.2  | 0.8  | 14.0 | 14.7      | 5.7 | 1.7 | 1.8 | 5.8 |     |    |    |  |  |         |  |
| 風向         | 南    | 南    | 南    | 南    | 南   | 南   | 南   | 南   | 南   | 南         | 南   | 南   | 南   | 南   | 南   | 南   | 南    | 南    | 南    | 南         | 南   | 南   | 南   | 南   | 西   | 西  |    |  |  |         |  |
| 風速(m/s)    | 8    | 8    | 7    | 5    | 6   | 5   | 6   | 8   | 9   | 11        | 12  | 13  | 7   | 17  | 18  | 19  | 20   | 14   | 17   | 15        | 15  | 11  | 11  |     |     |    |    |  |  |         |  |
| 08月06日(日)  |      |      |      |      |     |     |     |     |     | 08月07日(月) |     |     |     |     |     |     |      |      |      | 08月08日(火) |     |     |     |     |     |    |    |  |  |         |  |
| 月日         | 時    | 3    | 6    | 9    | 12  | 15  | 18  | 21  | 24  | 時         | 3   | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21   | 24   | 時    | 3         | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21 | 24 |  |  |         |  |
| 天気         | 雨    | 雨    | 雨    | 雨    | 雨   | 雨   | 曇り  | 雨   | 曇り  | 曇り        | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 曇り   | 曇り   | 雨    | 曇り        | 雨   | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 曇り  | 曇り |    |  |  |         |  |
| 3時間<br>降水量 | 11.8 | 21.7 | 18.3 | 14.2 | 7.2 | 0.2 | 2.7 | 1.7 | 0.5 | 0.0       | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 0.0  | 0.0  | 0.5       | 0.0 | 0.0 | —   | —   | 0.0 | —  |    |  |  |         |  |
| 風向         | 西    | 西    | 西    | 西    | 北西  | 北西  | 北西  | 北西  | 北西  | 北西        | 北西  | 北西  | 北西  | 北西  | 北西  | 北西  | 北西   | 北西   | 西    | 西         | 西   | 西   | 西   | 西   | 北西  | 西  |    |  |  |         |  |
| 風速(m/s)    | 16   | 16   | 18   | 17   | 14  | 13  | 10  | 12  | 9   | 10        | 11  | 9   | 10  | 9   | 9   | 9   | 8    | 8    | 8    | 8         | 9   | 9   | 4   |     |     |    |    |  |  |         |  |

### (3) 調査対象ゾーンの風速

#### (4) 調査対象ゾーンの土壌環境

|        |          | Aゾーン  | Bゾーン  | Cゾーン   | Dゾーン   |
|--------|----------|-------|-------|--------|--------|
| 樹木規格   | 平均樹高(m)  | 1.81  | 2.59  | 1.02   | 1.82   |
|        | 平均樹冠高(m) | 0.66  | 0.91  | 0.48   | 0.60   |
|        | 平均幹周(m)  | 0.12  | 0.20  | —      | 0.10   |
|        | 株立ち(総本数) | 4(14) | 9(23) | 0(110) | 16(45) |
|        | 樹勢       | 1.41  | 1.44  | 2.84   | 1.52   |
|        | 樹形       | 1.90  | 2.84  | 2.90   | 2.72   |
| 上部結実状況 |          | 2.02  | 1.37  | —      | 1.86   |

| 調査日           | 天気  | 降雨量<br>mm | 温度・気湿 |      | 上段：風速(m/s) 中段：割合(%) 下段：土壌水分量 |          |               |               |                |               |                |               |               |               | 名             |               |     |
|---------------|-----|-----------|-------|------|------------------------------|----------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|
|               |     |           | 対照地℃  | 名護地℃ | 名護%                          | 1        | 2             | 3             | 4              | 5             | 6              | 7             | 8             | 9             |               |               |     |
|               |     |           |       |      |                              | A<br>ゾーン | B<br>ゾーン      | C<br>ゾーン      |                |               | D<br>ゾーン       |               |               | 対照地           |               |               |     |
| 2021<br>10/17 | 曇後晴 | 50        | 24.7  | 24   | 66.4                         | 65       | 0.30<br>21.1% | 0.27<br>19.0% | 1.22<br>85.5%  | 0.86<br>60.3% | 1.65<br>116.1% | 0.29<br>20.1% | 0.60<br>42.3% | 0.52<br>36.6% | 1.42<br>17.1% | 8.3           |     |
| 2022<br>1/8   | 曇後晴 | 15        | 20.2  | 19   | 72.7                         | 75       | 0.01<br>1.4%  | 0.04<br>5.7%  | 0.46<br>66.3%  | 0.37<br>52.6% | 0.61<br>87.8%  | 0.45<br>65.0% | 0.26<br>37.1% | 0.14<br>20.0% | 0.70<br>17.1% | 4.1           |     |
|               |     |           |       |      |                              |          | 27            | 22            | 42             | 34            | 36             | 32            | 16            | 25            | —             |               |     |
|               |     |           |       |      |                              |          | 0.29<br>24.0% | 0.02<br>2.6%  | 0.69<br>100.0% | 0.56<br>87.8% | 0.83<br>—      | 0.42<br>30    | 0.20<br>17    | 0.20<br>18    | 0.22<br>20    | 0.65<br>15.5% | 4.2 |
| 2022<br>3/24  | 曇後晴 | 156       | 21.4  | 20   | 62.0                         | 63       | 13.8%<br>19   | 3.1%<br>24    | 106.6%<br>40   | 86.4%<br>33   | 127.8%<br>40   | 64.9%<br>38   | 76.9%<br>17   | 30.8%<br>15   | 15.5%<br>15   | —             |     |
| 2022<br>6/20  | 晴後雨 | 272       | 30.5  | 28   | 86.7                         | 88       | 0.07<br>13.2% | 0.17<br>32.1% | 0.14<br>26.9%  | 0.52<br>97.4% | 0.38<br>71.7%  | 0.31<br>49.1% | 0.21<br>39.6% | 0.08<br>15.1% | 0.21<br>39.6% | 0.53<br>9.3%  | 5.7 |
|               |     |           |       |      |                              |          | 30            | 24            | 48             | 32            | 44             | 39            | 33            | 28            | 36            | —             |     |
|               |     |           |       |      |                              |          | 0.00<br>0.0%  | 0.06<br>14.3% | 0.14<br>33.5%  | 0.32<br>75.6% | 0.26<br>62.5%  | 0.15<br>34.8% | 0.07<br>16.7% | 0.30<br>71.4% | 0.42<br>10.5% | 4.0           |     |
| 2022<br>8/1   | 雨後晴 | 56        | 30.1  | 27   | 72.9                         | 87       | 26<br>0.0%    | 26<br>14.3%   | 44<br>33.5%    | 39<br>75.6%   | 38<br>62.5%    | 24<br>34.8%   | 21<br>16.7%   | 19<br>71.4%   | 19<br>10.5%   | 26            |     |
| 土壌水分量平均値      |     |           |       |      |                              |          | 25.2%         | 24.2%         | 33.3%          | 62.1%         | 49.6%          | 43.5%         | 34.5%         | 39.5%         | 23.4%         |               |     |

#### (5) 調査対象ゾーンの被害状況

(6) コーヒーノキの傾斜方向と傾斜した推定時刻

コーヒーノキは台風や冬の恒常的な北風の影響を受けており、多少は傾斜していたが農園主の管理により、三分の一（約 30 度）以上傾斜した樹はほぼなかった。そこで調査時点で 36 度（傾斜レベル 3）以上傾斜している樹は台風 6 号による影響と推測し、それらの傾斜した樹の方向を表-6 に示した。A ゾーンでは西側、B ゾーンでは北側と西側、D ゾーンでは東側と西側への傾斜が多かった。また植栽後 3 年経過の C ゾーンでは八方位に傾斜していた。次に、台風の強風によりコーヒーノキは風向に沿って傾斜すると仮定し、傾斜方向と台風の風速・風向から樹が傾斜した時刻を推定する。風速の点では、樹木全体が揺れ始める「やや強い風」である風速 10m/S 以上の風<sup>8)</sup>により樹は影響を受けたとし、名護気象台の記録（表-1）から風速 10m 以上を抽出した。そして樹の傾斜

[illegible]

|       | Aゾーン |     | Bゾーン |     | Cゾーン |     | Dゾーン |     | 合計  |     |
|-------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 傾斜レベル | 株数   | %   | 株数   | %   | 本数   | %   | 株数   | %   | 株数  | %   |
| 1     | 9    | 45% | 1    | 3%  | 24   | 22% | 15   | 24% | 49  | 21% |
| 2     | 8    | 40% | 5    | 13% | 15   | 14% | 9    | 14% | 37  | 16% |
| 3     | 1    | 5%  | 15   | 39% | 33   | 30% | 10   | 16% | 59  | 26% |
| 4     | 2    | 10% | 15   | 39% | 24   | 22% | 18   | 29% | 59  | 26% |
| 5     | 0    | 0%  | 2    | 5%  | 14   | 13% | 11   | 17% | 27  | 12% |
| 幹折れ   | 0    | 0%  | 0    | 0%  | 0    | 0%  | 10   | 16% | 10  | 4%  |
| 合計株数  | 20   |     | 38   |     | 110  |     | 63   |     | 231 |     |
| 傾斜2以上 | 11   | 55% | 37   | 97% | 86   | 78% | 48   | 76% | 182 | 79% |
| 傾斜3以上 | 3    | 15% | 32   | 84% | 71   | 65% | 39   | 62% | 145 | 63% |
| 根割れ   | 0    | 0%  | 5    | 13% | 0    | 0%  | 17   | 27% | 22  | 10% |
| 根浮き   | 0    | 0%  | 3    | 8%  | 21   | 19% | 30   | 48% | 54  | 23% |

表一六 傾斜方向と傾斜推定時刻

| 方向 | グループ | 時刻                           | Aゾーン |     | Bゾーン |     | Cゾーン |     | Dゾーン |     | 合計  |     |
|----|------|------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
|    |      |                              | 株数   | %   | 株数   | %   | 本数   | %   | 株数   | %   | 株数  | %   |
| 北  | D    | 4日9～24, 5日3時                 |      |     | 12   | 38% | 16   | 23% |      |     | 28  | 20% |
| 北東 | E    | 5日6～18時                      | 1    | 33% | 4    | 13% | 9    | 13% |      |     | 14  | 10% |
| 東  | F    | 5日21～6日9時, 7日12時             |      |     | 2    | 6%  | 12   | 17% | 13   | 38% | 27  | 19% |
| 南東 | G    | 6日12～7日9時                    |      |     | 1    | 3%  | 1    | 1%  | 4    | 12% | 6   | 5%  |
| 南  |      |                              |      |     |      |     | 4    | 6%  | 2    | 6%  | 6   | 4%  |
| 南西 | A    | 1日3, 6, 9, 12時               |      |     |      |     | 2    | 3%  | 1    | 3%  | 3   | 2%  |
| 西  | B    | 1日15, 18, 21, 24, 2日3, 6, 9時 | 2    | 67% | 9    | 28% | 8    | 11% | 11   | 32% | 30  | 21% |
| 北西 | C    | 2日12, 15, 18, 21             |      |     | 4    | 13% | 19   | 27% | 3    | 9%  | 26  | 19% |
| 合計 |      |                              | 3    |     | 32   |     | 71   |     | 34   |     | 140 |     |

方向と台風による風向の反対が一致する時刻をグループに分類した。その結果、傾斜推定時刻が早い順に、南西側へ傾斜したAグループ、西側へのBグループ、北西側へのCグループ、北側へのDグループ、北東側へのEグループ、東側へのFグループ、南東側へのGグループなどの7つに分類することが出来た。風速10m/S以上の期間は、前半部の8月1日9時～8月2日の21時、後半部の8月4日の9時～8月7日の15時までの2度あった。前半部に当たるA, B, Cグループで約42%の樹が、後半部のD, E, F, Gで約53%の樹が傾斜していた。前半部では「やや強い風」が36時間継続しており、約4割がそこで傾斜し、後半分では「やや強い風」が72時間継続し、約6割がそこで傾斜したと推測される。

#### 4. 被害発生要因と被害抑制された要因の検証

##### (1) 傾斜要因の検証

A・Dゾーンでは西側と東側への、Bゾーンでは北側（北東含む）への傾斜が目立ち、Cゾーンではほぼ八方向に傾斜していた。これらゾーンの相違は、農園の位置と防風林に囲まれた農園の面的広さである。防風林の枝下が空いていると風が幹の間を吹き抜ける際に加速される<sup>9)</sup>ことが知られている。各ゾーンには防風林と防風垣があるが、防風垣が所々に植栽されておらず、A・Dゾーンでは農園の東側と西側に位置しているため東側と西側から、Bゾーンでは中央に位置し、防風林と防風垣に接する南側から、それぞれ強風が吹いたと思われる。またCゾーンでは防風林に囲まれた面積が広がった。防風林の効果が最も及ぶ範囲は風下側の3～5倍付近であり、距離が離れるとその効果が減少する<sup>9)</sup>ことが示されている。囲まれた面積が広いと防風林と樹の距離が離れ、その効果が低下し、風が八方向から入り、それぞれの強風で傾斜したと推測される。そして傾斜推定時刻においては、台風の前半部で4割傾斜したのに対し、後半部で6割傾斜したと推測され、後半部の影響がより強かった。台風の前半部では多くの樹が耐風していたが、後半部まで降雨が続き、土壌硬度が固く根が十分に発達していない中、梅雨期のように土壌水分量が多くなった。そして土壌が緩み、主根と側根が樹を十分に支えられなくなり、強風により傾斜した可能性がある。

##### (2) 被害が抑制されたAゾーンからの検証

Aゾーンは傾斜が少なく、「幹折れ」や根への影響がない状況であったことより、他のゾーンと比較検証する。被害が少なかった要因の一つに風速がある。Aゾーンの風速は、対照地の最大20%程度に抑制されていたのに対し、他のゾーンは30～90%になり、100%を超える場合もあった。防風林と防風垣の風速を抑える効用は示されており<sup>10)</sup>、それらに四方を囲まれたAゾーンにおいて、今回の台風時にもそれらが機能したことが想定される。そしてAゾーンと風速も含めてほぼ同条件のBゾーンは、被害がより大きかった。2つのゾーンの違いとして、樹の規格、防風林に囲まれた

農園の面的広さ、土壌硬度がある。樹の規格においてはBゾーンの方が樹高は高く、樹冠は広がった。強風が吹いた際、より大きな樹高と樹冠が風を受けてしまった可能性がある。またBゾーンの方が面的な広さがあった。囲まれた面積が広いと防風林と樹の距離が離れ、それらの効果が低下した可能性がある。さらにBゾーンの方が土壌硬度は良好でないため、根の伸長がより十分ではなく、強風に耐えられなかったと想定される。

##### (3) 被害が抑制されたBゾーンからの検証

傾斜レベル5の割合は、Dゾーンでは17%だったが、Bゾーンでは5%だった。また「根割れ」と「根浮き」の割合は、Dゾーンでは27%と48%だったのに対し、Bゾーンでは13%と8%だった。そしてDゾーンでは傾斜して地面に接していた樹が多かったのに対し、Bゾーンでは他の樹と接したことで傾斜が止まったケースが見られた。このようにBゾーンの方がより被害が少なかったが、その理由として樹の規格が考えられる。両ゾーンの植栽間隔はほぼ同じだが、Bゾーンの樹の方が樹高は高く、樹冠があったため、傾斜する樹木を支え、あるいは支えられた可能性がある。その結果、BゾーンではDゾーンと比較し樹の完全な傾斜が抑えられ、根鉢の動きも抑制され、根の被害状況も少なかったと思われる。

#### 5. まとめ

本研究で得られた成果より農園の台風対策を提案する。第一に防風林と防風垣を植栽し、それらに囲まれた農地を狭くして、密に四方を囲むことである。第二に土壌硬度の改良である。台風による降雨量は多量になり、透水性がよい箇所でも土壌が緩むことが想定される。主根、側根がより伸長するように土壌硬度を改良することが必要である。第三に樹の規格と管理である。樹高が植栽間隔より高く、樹冠が広いことは重要だが、他の樹を支えるまたは支えられる利点がある一方、強風を受けてしまう欠点がある。樹高が高く、樹冠が広くても密になった枝葉量を減らす透かし剪定などを行い、風を抜けさせるような管理が必要である。防風林と防風垣が整備された本調査対象地においても大きな被害が発生していることから、大型台風にはこれら3つのセットで対策をする必要がある。以上の成果があった一方で課題もある。本調査では支柱の効果は不明であった。それぞれの農園により支柱の評価は分かれており、今後検証する必要があると考える。

##### 謝辞：

本調査に御協力頂いた農園主様には、心より御礼申し上げます。

##### 引用文献

- 1) 甲野毅(2024): 沖縄県北部地域のコーヒー農園の分類化 - 森林との関係性に着目して - : 林業経済研究 70 (1), 51-57
- 2) 沖縄コーヒー調査隊(2023): 県内コーヒー栽培に関する史的・研究: 四季の珈琲 57, 2-8
- 3) 日本経済新聞: 敵は台風 沖縄コーヒー40年の歴史<http://www.nikkei.com/article>, 2018. 11. 10 更新, 2023. 12. 20 参照
- 4) 甲野毅(2022): コーヒーノキの活力度および果実の状態を把握するための評価表の作成: ランドスケープ技術報告集 1, 27-29
- 5) ウェザーニュース: 台風6号が熱帯低気圧に<http://weathernews.jp/>, 2023. 8. 11 更新, 2023. 12. 20 参照
- 6) 日本気象協会: 名護(沖縄県)の過去の天気<http://tenki.jp/past/>, 2023. 8 更新, 2023. 12. 20 参照
- 7) 建設省都市局公園緑地課(2005): 造園施工管理 技術編: 日本公園緑地協会, 217-224
- 8) 国土交通省, 気象庁: 風の強さと吹き方<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/kyou/yougo>, 2017. 9 更新, 2023. 12. 20 参照
- 9) 新田 伸三(1975): 環状緑地 2 植栽の理論と技術: 鹿島出版会, 264pp
- 10) 長島隼人・平井仁康・堀越哲美(2014): 東海道路沿線の松並木とその街道筋に形成される四季の気候景観の評価: 人間・生活環境系シンポジウム報告集 38: 49-52