

広島市における被爆樹木が爆心地との位置関係において示す樹形異常

Abnormal Tree Form of A-bombed Trees in Hiroshima in the Spatial Relationship with the Ground Zero

大脇 なぎさ* 鈴木 雅和** 堀口 力***

Nagisa OWAKI Masakazu SUZUKI Chikara HORIGUCHI

Abstract: On August 6, 1945, at 8:15 am, an Atomic bomb was dropped on Hiroshima city. Many people believed that no plant would grow for 75 years. However, a few months after the bombing, new shoots were sighted on the Atomic-bombed trees. Today there are many “A-bombed trees (survivor trees)” in Hiroshima city, and they are the precious living war heritage which can tell us the history of the atomic bombing. In this study we hypothesized that the effect of the atomic bombing on these trees has increased over the last 67 years, which is shown by their inclination towards Ground Zero. In order to clarify the hypothesis, we measured the direction of inclination, angle of inclination, and the direction to Ground Zero at the point of each A-bombed tree. We also checked the significance of the relative direction by using the "Rayleigh test". In this study, we focused on the “type A trees.” This type of tree has a single stem, survived the bombing, is alive at the original location and was not transplanted after the bombing. As a result, it was clarified that almost all of the “type A” A-bombed trees are inclined towards Ground Zero. The aim of this study was to clarify the abnormal formation of A-bombed trees in the positional relationship between their respective locations and Ground Zero. As a result, we found A-bombed trees possess a new significance, which is that each of them shows the direction to Ground Zero by their inclination. When you look at the city from a bird's-eye view, you will see that Ground Zero is surrounded by A-bombed trees. When you visit A-bombed trees on foot, check the direction to Ground Zero, then you will find a certain effect of the atomic bombing on the tree. A-Bombed trees offer many possibilities as “field museums” that preserve and convey the experience of atomic bombing.

Keywords: Hiroshima, atomic-bombed tree, war heritage, tree form survey, abnormal tree form, ground zero

キーワード: 広島, 被爆樹木, 戦争遺産, 樹形調査, 樹形異常, 爆心地

1. 研究の背景と目的

(1) 被爆樹木とは

1945年8月6日8時15分、広島市に原子爆弾が投下された。投下直後は、70年あるいは75年間の生物不毛説が報道されたが、同年、東京大学都築正男ら原子爆弾戦災調査班による調査の結果、75年不毛説は間違いであると新聞発表された。

被爆樹木とは、広義には原爆にさらされたすべての樹木であるが、対象範囲を広げると被害の実態が判然としない、また周辺山林までの実数の把握が困難であるという理由から、広島市は、原子爆弾災害報告集の中で、原爆の被害が顕著な全壊全焼地域である、爆心地からおおむね2km以内で被爆した樹木を被爆樹木として認定、調査、保存を行っている。被爆樹木の認定要件は、戦前から爆心地からおおむね2km以内に生育しているか、2km以内で被爆しその後移植された樹木で、根元が残りヒコバエが成長したものを含む。判定は複数人の証言、または証言された樹木が戦前の航空写真に写っているもので、樹木医が樹齢等の判断をして最終決定される。認定単位は箇所であり、1箇所につき1種1本から1種複数本あるいは複数種複数本が含まれる。2013年9月現在、55箇所が認定されている。

(2) 既往研究と本研究の位置づけ

被爆樹木に関する最初の調査は原子爆弾災害調査報告の生物学的調査である。調査の第一回は被爆2ヶ月後の10月中旬、長崎で、同下旬広島で行われた。第二回は翌年4月下旬広島および長崎において同様の方法によって行われた。この調査の2年後、1947年、勝田神能による卒業論文、原子爆弾による被害植物の解剖学的研究が発表されている。これは2010年8月に広島大学関係者により発見され、広島平和記念資料館に所蔵されている。2001年3月には広島市が被爆樹木調査報告書を作成した。

上述の大滝・船橋(2011出版)勝田(1947)の後、堀口(2001)が作成されるまでの約60年間、被爆樹木に関する調査や研究はほとんどされていない。これは、GHQにより原爆被害の実態に

関する報道が禁じられた(1945年9月19日のプレスコード指令)ことが、後まで影響していると推察する。堀口(2001)は、樹木診断を主とした調査により被爆樹木の樹勢回復処置につなげ、被爆樹木であることを示すプレートをかけ平和教育の意義を果たしている希少な成果である。しかし、本論文のように、被爆樹木を一定の基準により分類し、樹形異常の実態と爆心地との位置関係について論じている成果は皆無である。著者らが2009年より行っている予備調査の結果、被爆樹木を後述する基準で分類すると、被爆遺産としての意義は異なるという仮説に至った。特に、被爆樹木のうち、ある類型は、被爆時の障害が累積し、爆心地との相対的位置関係を明確にする形で樹形異常を生じ、その結果、爆心地に向かって傾斜していることが示唆された。本論文は被爆樹木の外形観察・傾斜計測と爆心地との位置関係を解析することにより、その実態を明らかにし、被爆樹木の被爆遺産としての意義や価値に新たな視点を加え、今後の課題を提案するものである。

2. 調査方法と結果

(1) 被爆樹木の類型と調査対象の選定

広島市における被爆樹木を①単幹であるか否か、②被爆時点て障害を受けた地上部が残っているか否か、③被爆後に移植されたか否か、により8類型に分けると表-1のようになる。

表-1 被爆樹木類型表

類型記号	幹立ち区分	地上部被害痕跡	移植の有無	本数
A	単幹	有り	無し	36
B	単幹	有り	有り	29
C	単幹	無し	無し	11
D	単幹	無し	有り	0
E	株立ち	有り	無し	8
F	株立ち	有り	有り	4
G	株立ち	無し	無し	8
H	株立ち	無し	有り	6

*筑波大学大学院人間総合科学研究科芸術専攻 **筑波大学芸術系 ***Green Legacy Hiroshima

被爆樹木には被爆時あるいは直後に地上部がすべて焼失し、その後、ヒコバエ等から現在の状況まで復活したものがある(写真-1)。また、被爆後、別の場所に移植されて現在まで存続しているものもある。

本論文では単幹で、被爆時点の障害を地上部に現在まで明瞭に残し、移植を受けていない被爆樹木A類型に着目し調査を行った。この類型に属する被爆樹木は、被爆後から現在まで、同じ場所において被爆時の障害を累積的に樹形として表現し続けている。もちろん現在の樹形は、人為的管理や被爆以外の要因も併せた結果として形成されているわけであるが、それに関わらず、爆心地との相対的位置関係において明瞭な傾向が見いだされれば、生きる戦争遺産として新たな意義が再評価されるであろう。なおA類型の比較対照区として、移植を受けたB類型、および地上部が一旦失われて復活したC類型から計測可能な樹木を加えた。D類型は実在せず、株立ちのE・F・G・H類型は傾斜測定ができないため、本調査対象としない。調査対象樹木の一覧を表-2に示す。

(2) 被爆樹木の外形調査

被爆樹木の樹形には、特有な以下の異常がある。①熱線・放射線及び周囲の建造物火災による火傷、萎縮(写真-2)。②障害を受けた反対側の幹の肥大と根の伸張。③組織死滅による洞(うろ)(写真-3)。④被爆後地上部の焼失による根元あるいは主幹頂部からの株立ち(写真-5)。⑤主幹の傾斜(写真-4)。

本研究に於いては、A・B・C類型の被爆樹木について、①②③④の観察調査を行った。さらに樹形異常を定量化できる指標として⑤に関する計測調査を実施した。(2013年9月12-14日の3日間)

A類型の被爆樹木の根元および主幹部を詳細に観察すると、以下の共通の特徴が頻度高く見られる。①爆心地側に火傷の跡が黒く縦に見られる。亀裂となっている場合もある(写真-7)。②爆心地側の樹皮の割れ目は相対的に細かく、組織が萎縮しているため黒ずんで見える。内側にえぐれたような歪曲を示す。③爆心地と反対側の肥大成長が見られ(写真-6)、外側に膨らんだ歪曲を示す。樹皮の割れ目が相対的に大きく明るい色をしている。④爆心地と直角方向の両側の樹皮は健全な樹木と変わらない。⑤地表に見られる根の伸張は、爆心地側に少なく、反対側は旺盛である(写真-8)。⑥爆心地側の幹には新たな枝の発生が少なく、反対側は旺盛である。これらの障害は被爆遺産としての特徴である。

障害が複合的に作用した結果として主幹を横断的に見ると、被爆後67年間の経過において、爆心地側とその反対側では成長の度合いが異なっていることが推測できる。そのために、被爆直後に残存していた地上部までの主幹は、成長の度合いの差が累積して爆心地に向かって傾斜(湾曲)していることが観察された。

このような被爆樹木の爆心地に向かった特徴的な傾斜については、これまでほとんど指摘されていない。個々の被爆樹木を観察しても爆心地との位置関係に気づかず、たまたま傾いていると判断されたためであろう。堀口(2001)²⁾によると、爆風の吹き戻しによるものとされている。この吹き戻しは鉄塔などについては当てはまるが、一般的に樹木は一時的に傾きを生じて、その後の成長で元に戻ろうとするものであり、雪害によって傾いた樹木も次第に鉛直に戻る事例は多く観察されている⁶⁾。被爆後に主幹の頂部から発生した新梢は、単幹の場合にはそこからほとんど傾斜を示さずに直上している。これは被爆後に新たに発生した組織においては、爆心地側と反対側で顕著な生育の差が生じていないことを示している。

本研究においては、被爆樹木の特有の傾きに関する、生物的・組織的な原因解明には至っていない。その解明には被爆樹木の内部組織の解析が必要であるが、本論文においては現象の外部的観察と計測に留めた。外形調査の結果を表-2に示す。また、図-1に調査対象被爆樹木の位置を示す。



写真-1
上部が焼失し復活したクスノキ



写真-2
火傷跡の残るクスノキ



写真-3 (樹木番号 21)
うろがあるプラタナス



写真-4 (樹木番号 23)
主幹が傾斜するエノキ



写真-5 (樹木番号 13)
爆心地反対側のヒコバエが
旺盛なクスノキ



写真-7 (樹木番号 21)
爆心地側に亀裂が見られる
イチヨウ



写真-6 (樹木番号 3)
爆心地反対側の幹の肥大成長
が見られるセンダン



写真-8 (樹木番号 11)
爆心地反対側の根張りが旺盛なクロガネモチ

表 - 2 調査対象被爆樹木リスト

樹木番号	広島市登録番号	樹木名	学名	爆心地からの距離(m)	住所	樹木類型	樹形異常の症状					主幹傾斜角度(度)	爆心地方位(α)	主幹傾斜方位(β)	爆心地傾斜方位偏差(δ)
							①	②	③	④	⑤				
1	4	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	370	中区中町7-24	C				●	17	215	285	70	
2	6	クログナネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	530	中区小町3	C				●	14	345	175	190	
3	6	センダン	<i>Melia azedarach</i>	530	中区小町3	C		●		●	14	345	336	351	
4	6	ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	530	中区小町3	C		●		●	14	345	328	343	
5	7	マルバヤナギ	<i>Salix chaenomeloides</i>	740	中区基町21	A	●		●	●	23	215	47	192	
6	7	ユーカリ	<i>Eucalyptus melliodora</i>	740	中区基町21	A	●		●	●	14	215	217	2	
7	11	クログナネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	910	中区基町21	A	●	●		●	3	211	196	345	
8	12	クログナネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	940	中区小町9-34	C				●	5	335	308	333	
9	13	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,010	中区基町16	A	●	●	●	●	5	165	148	343	
10	16	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,110	中区基町20	A	●	●	●	●	2	192	197	5	
11	17	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,120	中区基町21	A	●		●	●	7	215	38	183	
12	18	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,120	中区八丁堀2	A	●	●	●	●	7	220	205	345	
13	19	イチヨウ	<i>Ginkgo biloba</i>	1,130	中区寺町3-3	A	●	●		●	5	154	152	358	
14	21	ブラタナス	<i>Platanus orientalis</i>	1,160	西区天満町1-27	A			●	●	28	99	70	331	
15	21	ブラタナス	<i>Platanus orientalis</i>	1,160	西区天満町1-27	B			●	●	2	100	257	157	
16	21	ブラタナス	<i>Platanus orientalis</i>	1,160	西区天満町1-27	B			●	●	9	100	10	270	
17	21	ブラタナス	<i>Platanus orientalis</i>	1,160	西天満町1-27	B			●	●	4	100	81	341	
18	22	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,270	西区天満町1	A	●	●		●	3	97	73	336	
19	25	イチヨウ	<i>Ginkgo biloba</i>	1,370	中区上幟町2	A	●	●		●	43	244	263	19	
20	25	ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	1,370	中区上幟町2	A	●		●	●	43	238	53	175	
21	28	イチヨウ	<i>Ginkgo biloba</i>	1,420	中区住吉町15-22	A	●	●		●	3	28	12	344	
22	29	ナツメ	<i>Ziziphus jujuba</i>	1,430	西区観音町1	B	●	●	●	●	8	85	272	187	
23	30	エノキ	<i>Celtis sinensis var. japonica</i>	1,440	中区上幟町6-29	A	●	●	●	●	8	246	238	352	
24	36	クログナネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	1,770	西区観音本町二丁目1-26	B	●	●	●	●	1	75	235	160	
25	37	イチヨウ	<i>Ginkgo biloba</i>	1,780	東区二葉の里二丁目6-25	A	●	●		●	2	232	221	349	
26	38	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,800	西区観音本町二丁目	A	●	●	●	●	11	72	78	6	
27	38	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,800	西区観音本町二丁目	A	●	●	●	●	2	72	68	356	
28	38	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,800	西区観音本町二丁目	A	●	●	●	●	4	72	73	1	
29	38	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,800	西区観音本町二丁目	A	●	●	●	●	6	72	255	183	
30	39	ソメイヨシノ	<i>Prunus × yadoensis</i>	1,800	南区比治山町7-1	A	●		●	●	24	301	306	5	
31	40	ソメイヨシノ	<i>Prunus × yadoensis</i>	1,800	中区白島九軒12-20	A	●			●	21	218	219	1	
32	40	タブノキ	<i>Machilus thunbergii</i>	1,800	中区白島九軒12-20	A	●	●	●	●	6	218	212	354	
33	41	イチヨウ	<i>Ginkgo biloba</i>	1,810	東区二葉の里二丁目5-11	A	●	●		●	23	239	141	262	
34	44	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	1,850	西区三篠町一丁目11-5	B	●	●	●	●	8	170	186	16	
35	47	カイヅカイブキ	<i>Juniperus chinensis 'Kaizuka'</i>	1,900	西区福島町一丁目18	B				●	23	95	60	325	
36	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	3	200	20	180	
37	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	5	200	126	286	
38	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	7	200	99	259	
39	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	4	200	294	94	
40	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	10	200	106	266	
41	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	9	200	101	261	
42	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	3	200	97	257	
43	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	8	200	114	274	
44	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	3	200	136	296	
45	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	6	200	192	352	
46	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	9	200	197	357	
47	50	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,100	中区白島北町19	B	●	●	●	●	5	200	14	174	
48	51	ソメイヨシノ	<i>Prunus × yadoensis</i>	2,110	中区白島北町1-41	A	●			●	17	205	206	1	
49	51	クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	2,110	中区白島北町1-41	B	●			●	5	205	33	188	
50	51	クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	2,110	中区白島北町1-41	B	●			●	13	205	23	178	
51	51	クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	2,110	中区白島北町1-41	B	●			●	4	205	38	193	
52	53	イチヨウ	<i>Ginkgo biloba</i>	2,160	東区牛田本町一丁目5-29	A	●		●	●	5	222	58	196	
53	54	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	2,160	中区稻生神社	A		●		●	10	21	21	0	
54	54	クログナネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	2,160	中区稻生神社	A				●	14	21	32	11	
55	54	ツバキ	<i>Camellia japonica</i>	2,160	中区稻生神社	A				●	37	21	20	359	
56	54	クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	2,160	中区稻生神社	A				●	21	21	21	0	

樹形異常の症状 ①火傷跡・亀裂 ②爆心地反対側の肥大 ③組織死滅による洞(うろ)④根元・主幹頂部からの株立ち ⑤主幹の傾斜 方位は北を0,360とする。
爆心地傾斜方位偏差(δ)は爆心地方位を0とし、そこから被爆樹木の主幹傾斜方位を時計回りに360度法で計測した値である。

(A 類 型 : 2 9 本 B 類 型 : 2 2 本 C 類 型 : 5 本)

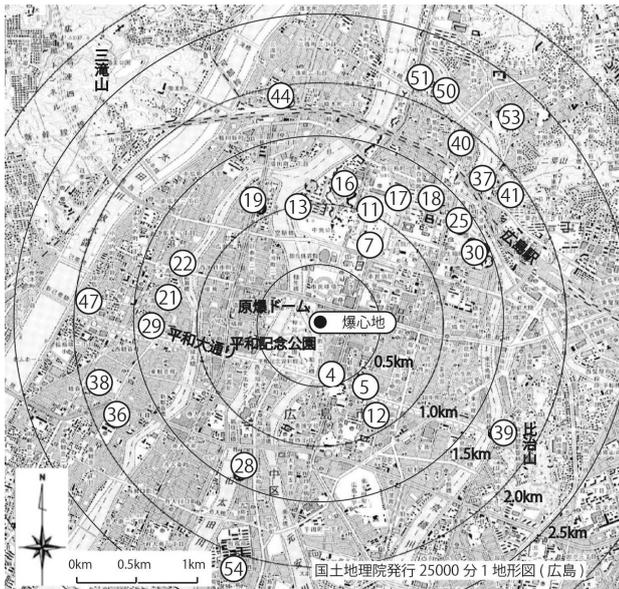


図-1 調査対象被爆樹木の広島市登録箇所番号による分布図
丸数字は広島市登録箇所番号であり同番号に複数の樹木が存在する

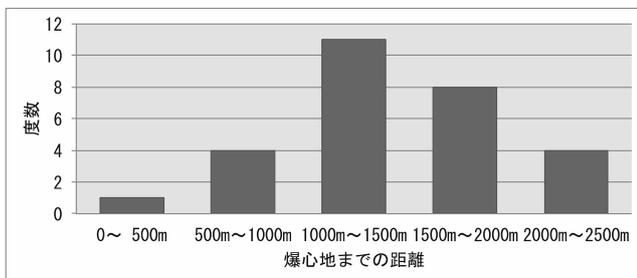


図-2 被爆樹木登録箇所 (n=28) の爆心地までの距離

(3) 被爆樹木の傾斜計測方法

被爆樹木の傾斜を定量的に測定する方法は以下の通りである。

i) 測定方法と測定機器

アルミ製 5 段式 5m 測量用スタッフにスマートフォン iPhone (あるいは iPad) を取り付け、iPhone のアプリケーションである Spyglass 7) により測定する。Spyglass はあらかじめ水平キャリブレーションによる校正を行い、爆心地を Target Point として画面に表示される地図上に記憶させておく。Spyglass は、測定地点の GPS による位置座標・標高・方位、姿勢センサーによる傾斜度 (垂線に対し、前後の傾斜 Pitch と左右の傾斜 Roll の 2 方向) および測定地点から、あらかじめ位置座標を画面に表示される地図上で登録した点 (Target Point) までの距離と方位が計測できる。図-3 に計測画面例を示す。

ii) 被爆樹木の傾斜方位、傾斜角度、爆心地の方位の測定方法

被爆樹木について、根元から主幹が最も傾いている方向を目視で決定し、その方向に測定機器を水平に置き、方位を 360 度法で測定する。これを傾斜方位と定義する。計測地の現在地図をオーバーレイ表示し、測定位置と方向が正しく、表示数値が安定静止している事を確認する。

最も傾いている主幹の根元中心から傾斜している主幹の中心線に沿って測定機器を傾け、主幹の鉛直線となす角度について、鉛直を 0 度とした 360 度法で計測する。これを傾斜角度と定義する。その際、傾斜角度面の Roll が 0 度になるようにスタッフを調整する。また、直近に RC 建築物がある場合、柱・壁を利用して鉛直角度が 0 度になることを確認し、ずれがある場合は、ずれ量により測定値を補正して記録した。ずれは 2 度未満であった。

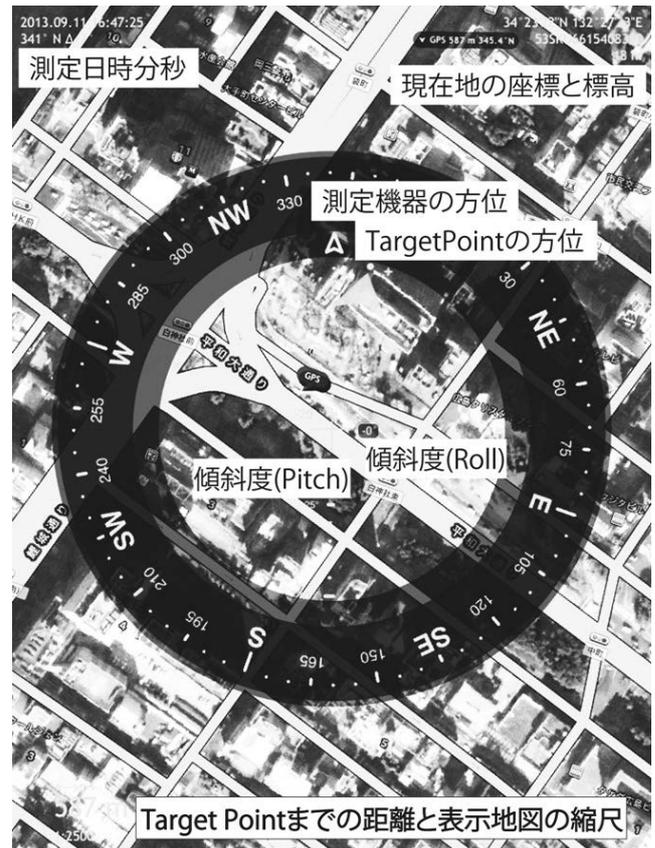


図-3 Spyglass による測定画面例

主幹の中心から爆心地の方位をスタッフで示して、Spyglass 上に表示される爆心地までの方位を読み取り、これを爆心地方位と定義する。

樹木の傾斜方位および傾斜角度の測定においては、どの線を最大傾斜および傾斜方位とするかに判断を伴う。今回の測定においては全て同一の計測者が当たり、判断した線を 5m スタッフにより明示し、それを離れた位置から別の観察者が妥当性を確認している。以上のように測定誤差を少なくする工夫はしているが、不可避の誤差要因を含む状況下で非整形の樹形を現地測定した実感として、方位で±4 度、傾斜で±2 度程度の繰り返し誤差が見込まれる。結果の解釈に当たってはその旨考慮する必要がある。

3. 調査結果の分析と考察

測定結果を表-2 に示す。

(1) 広島市内における被爆樹木登録箇所の分布

A・B・C 類型の被爆樹木について、重複なく登録箇所を抽出して、その地点からの爆心地方位を図-4 にヒストグラム化した。

これによると、一部 220 度前後 (北東) の方位に度数が多いが、被爆樹木のある箇所は爆心地を中心に 0 度から 360 度まで、ほぼ一様に分布していることがわかる。爆心地との距離も図-2 に示すように 370m から 2,160m まで分布している。このことは広島市内に被爆樹木が偏り無く面的に広がっていることを示しており、調査対象樹木の爆心地に対する方位と距離に大きな偏りは無い。

(2) 被爆樹木の外形観察の分析結果

被爆樹木の外形観察について表-2 の中で①~④の 4 項目に分類し、分析した結果、爆心地に近いものはほぼ樹木の上部分が焼失したため、大きな火傷跡や亀裂は見られなかった。しかし、残った根への被爆の影響がその後の樹木の成長に影響し爆心地反対側の肥大、傾きがある樹木もある (樹木番号 3・4)。爆心地に近いものでも、上部があまり焼失せず主幹が残っていたものに関して

は、その主幹部に大きなダメージを受け、成長が止まってしまっている樹木（樹木番号 5）など爆心地反対側の近接する建物火災の影響が傾きの直接的な影響を受けた樹木もある。爆心地から 1km~2km 以内の樹木では、ほぼ全数に明らかな被爆の外形的特徴がみられた。原爆投下後、樹木の主幹が残っていた樹木のうち、A 類型と B 類型には①火傷跡・亀裂（75%）と②爆心地反対側の肥大（59%）の傾向が見られた。

(3) 被爆樹木の傾斜方位の分布

図-5 に A・B・C 類型の被爆樹木の傾斜方位をヒストグラム化した。類型別および全樹木を対象として、傾斜方位をベクトル化し、平均方向ベクトルを算出し、平均方向ベクトル長 r により方位の一様性に関するレイリー検定⁹⁾¹⁰⁾を行った。いずれの場合も、傾斜方位において一様分布であるという帰無仮説を、有為水準で棄却できなかった。絶対方位において、被爆樹木の傾斜方位は一様であると推定される。

(4) 被爆樹木の傾斜方位と爆心地方位の偏差分布

爆心地方位 (α)、被爆樹木の傾斜方位 (β)、偏差 (δ) の関係をとらえる。 $\delta = \beta - \alpha$ とする、ただし $\beta - \alpha < 0$ の場合、 $\delta = \beta - \alpha + 360$ とした。これにより爆心地方位を 0 として、被爆樹木の傾斜方位の偏差を時計回りに 360 度の循環法で表現できる。これを図-6 にヒストグラム化した。A 類型の被爆樹木のみに見ると、 ± 15 度という狭い範囲に、A 類型の 62%、 ± 30 度には 79% のサンプルが入る。各被爆樹木の偏差角をベクトル化し円周統計解析¹⁰⁾を行った結果、A 類型の場合、平均偏差角は 10.2 度で、爆心地方位との偏差が小さく、B 類型の場合は 292.7 度で、爆心地方位と大きくずれている。その分布について平均方向ベクトルを算出し、平均方向ベクトル長 r により方位の一様性に関するレイリー検定を行ったところ、A 類型の場合、相対方位において一様分布であるという帰無仮説は 0.1% の危険率で棄却された ($r = 0.611$, $n = 29$, $p < 0.001$)。一方、B 類型の場合、5% の危険率で棄却できなかった ($r = 0.356$, $n = 22$, $p > 0.05$)。つまり、A 類型の被爆樹木の傾斜方位は爆心地の方位と強い関係がある一方、B 類型の被爆樹木の傾斜方位は爆心地の方位とは無関係に一様であることが推定される。C 類型についてはサンプル数が少なく、検定に耐えないため分析は省略した。

爆心地と反対側に傾斜している樹木 5 本を個々に見ると、樹木番号 5 は爆心地に近く、全体の被害が大きいため反対側の肥大が乏しい。11 は爆心地反対側の広島陸軍幼年学校の火災による被害が直接被爆よりも大きな障害を残している。25 は爆心地反対側の河川に向かって倒れている。29 は小学校敷地境界にあるため長年強剪定が繰り返された。52 は寺の山門と一体化しており人為的に管理された。以上のような事柄が爆心地と反対側に傾斜している要因の一つと考えられる。

B 類型は、当初爆心地に向かって傾斜していたと想像するが、移植によって、傾斜方位がランダム化された結果、このような分布になったと推定できる。実際、樹木番号 22 のナツメには明らかな被爆痕跡があり、傾斜が認められたが、傾斜方位は爆心地とは無関係であったことから、移植されたものであると即座に推定でき、それが事実であることが後に確認できた。図-7 に全対象樹木の傾斜方位図を示す。図-7 右上の登録箇所番号 50 には 12 本のクスノキが集団で移植されているが、その傾斜方位は放射状になっていることが分かる。移植の際に偶然に爆心地方位が合致することはあり得るが、ほとんどが無作為の方向に植栽される結果である。このことは、今後の被爆樹木管理に一つの示唆を与える。つまり、被爆樹木の移植とは、単に樹木を生かしたまま移動すれば良いということだけでなく、被爆した方向を相対的に保つことによって、どちら側から被爆したかという被爆遺産としての情報を保存できる。移植工事は今後も続く可能性がある。

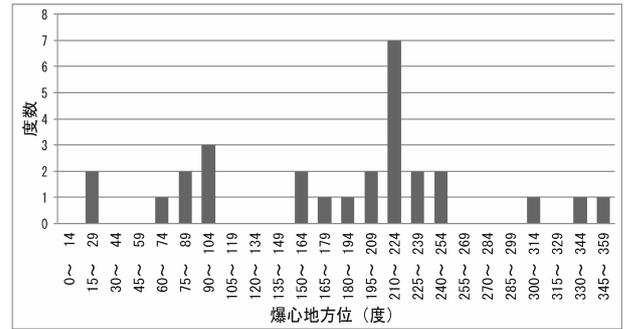


図-4 調査対象樹木の登録箇所 (n=28) からみた爆心地方位

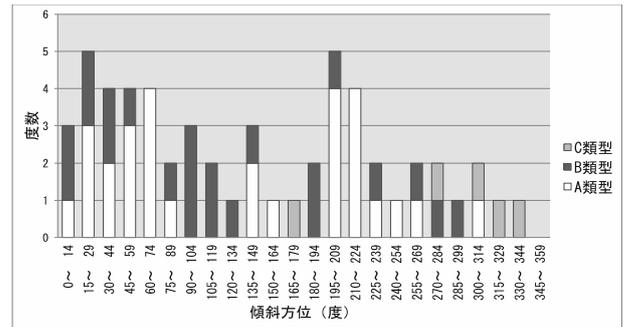


図-5 全対象樹木 (n=56) の傾斜方位

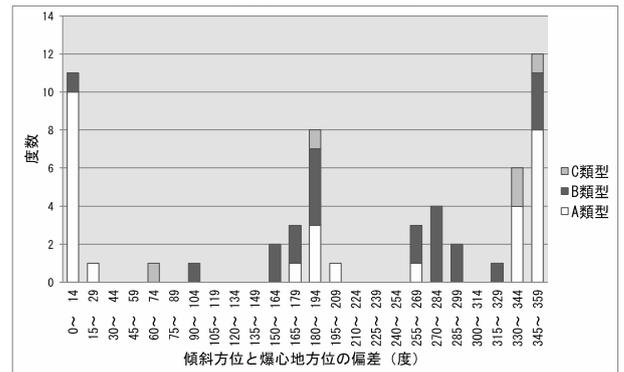


図-6 全対象樹木 (n=56) の傾斜方位と爆心地方位の偏差

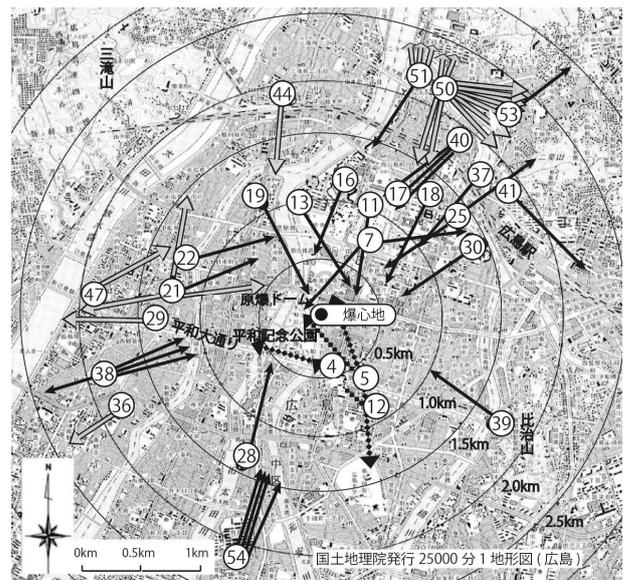


図-7 全対象樹木 (n=56) の傾斜方位図
(A 類型: 黒矢印, B 類型: 灰矢印, C 類型: 点線矢印)

C 類型は被爆直後に地上部が全て失われ、その後地下部から新梢が発生し復活したものであり、障害の度合いは地上部が残存している A 類型に比べて軽微であると推定できる。そのため、傾斜方位において A 類型よりも広い範囲に分布している。図-7 によれば、白色の A 類型の多くが、明らかに爆心地に向けて傾斜しており、黒色の B 類型樹木は爆心地とは関係なく傾斜している様子が分かる。C 類型樹木はサンプルが少ないが、爆心地に向け傾斜しているものと関係なく傾斜しているものが混在している。

4. 被爆樹木の被爆遺産としての意義

これまで、被爆樹木は広島 75 年生物不毛説を覆す象徴として、その生命力を尊びつつ、戦争の悲惨さを世界や後世に伝える役割を期待されている。実際、被爆アオギリ *Myrica nana* の種子を世界に配布し、公園などで育成することが行われている。地上部が焼失しても、地下部から復活したハマユウ、グミヤソテツあるいは株立ちとして巨木にまで成長したエノキもよく話題にされる。また、民家に残されたクスノキなどの被爆樹木が小学校や公園に移植され保存されている。小学校内で校舎の移転などに応じてプラタナスが移植されている事例もある。これらはすべて、A 類型以外の被爆樹木で、全体の約 2/3 を占める。新聞・テレビ・絵本などに取り上げられる対象は、ほとんどこれらのタイプの被爆樹木であり、それは樹木の生命力を感じ、移植や実の採集、分譲などの話題性が大きいためであろう。

本論文においては、前述の A 類型以外の被爆遺産の意義について認めた上で、全体の約 1/3 を占める A 類型の被爆樹木の意義について考察する。これらは、これまで 67 年間、あまり話題性も無く、同じ場所で生き続けているが、これらの穏やかな継続性を再評価するべきである。つまり、A 類型の被爆樹木群の多くは、爆心地に向け傾斜しており、いわば 67 年間爆心地の方向を自ら指し示している。この全体像を鳥瞰的に見れば、被爆樹木群が爆心地を包み込んでいるようである。これらの樹木をたどり歩く場合、爆心地の方位を認識しながら観察すると、必ずその痕跡を見つけることができる。さまざまな爆心地からの距離と方位において、広島市の原爆被害を面的に理解することができる。これは、単に印刷物などにより理解できるものではなく、自分の足と眼と手で体験することにより、一層深く感じ取ることができよう。いわば被爆樹木の森がマイズオンのフィールドミュージアムであり、平和教育の生きた教科書である。被爆樹木が爆心地に向かって傾斜している理由は、前述したように、生物的特性によるものと思われ、67 年間という長い間でも、緩和されるどころか、むしろ顕在化する形で被爆影響を示している。それら被爆樹木の声なき声をメッセージとして受け止めるためには、それなりの解説(インタープリテーション)が必要であるが、そのような条件を満たすことにより、これまで地味な存在であった A 類型の被爆樹木の、被爆遺産としての価値を正しく理解できるようになり、これまで保全してきた努力が報われることになる。

5. 今後の課題

被爆樹木に関する今後の課題として以下が考えられる。①被爆樹木が単木の集合でなく、爆心地を中心として市内に面的に広がる一体的な「森」であるという発想に立ち、それらの空間的相互関係を認識する。②被爆樹木を生きる被爆遺産として建築物・構造物などの管理と明確に区分し、その際、新たに被爆樹木に一連の個体番号をつけ、所有者や管理者が異なっても一体的な情報管理を行うことができるようにする。③被爆樹木を健全に保護育成していく中で、移植により保存する場合には爆心地との相対的方位を保持する。④被爆樹木の内部調査により傾斜のメカニズムを解明する。⑤被爆樹木を平和教育においてどのように活用してゆ

くか、被爆樹木からどのようなメッセージを受け取るべきか検討する。⑥被爆樹木を含め被爆遺産を見て観光客が被爆樹木をどのように受け止めるかを検討する。⑦被爆樹木に関する情報を現地においてどのように伝えるかを検討する。⑧総合的に戦争遺産・被爆遺産として被爆樹木を位置づける。最後に⑨これらを様々な視点から解決してゆく組織的・人的・情動的交流が不可欠である。

著者らの当面の研究課題としては、本方法を長崎市においても適用し、調査を行うことである。さらに上述の被爆樹木に関する課題に対して少しでも貢献できるよう具体的な研究を進める。

謝辞：本研究の一部は、大脇なごさに公益財団法人大林財団により与えられた研究補助によります。本稿執筆にあたり、ご協力、助言を頂きました Green Legacy Hiroshima の皆様、ANT-Hiroshima の皆様、錦織亮雄氏、また、樹木調査に協力してくださった寺社、学校の皆様に、厚く御礼申し上げます。

補注及び引用文献

補注) 表-1 に示した被爆樹木は合計 102 本である。一方、広島市が公開している情報では、被爆樹木は 55 箇所、約 170 本とある。本数の実数が曖昧であり、被爆樹木を示すラベルが付いていないものもある。本研究においては、現地において個体レベルで被爆樹木を特定できる最も信頼できる情報として、被爆樹木に関する国際的活動を行っている UNITAR (国連訓練調査研究所) 広島事務所と特定非営利活動法人 ANT-Hiroshima が作成・公開している被爆樹木データベース⁸⁾を採用した。写真 1-8 は著者が 2013/9/12-14 に撮影したものである。

- 1) 広島県(1972)：広島県史 原爆資料編：広島県、p497, p507
- 2) 堀口力(2001)：被爆樹木調査報告書：広島市、1-2
- 3) 広島市：被爆樹木リスト：広島市ホームページ
<<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/0000000000000/1111114421208/index.html>>、2013.9.25 参照
- 4) 大滝英征、船橋台(2011)：原子爆弾災害調査報告 第二冊：不二出版、217-241
- 5) 勝田神能(1947)：原子爆弾による被害植物の解剖学的研究：広島平和記念資料館所蔵資料
- 6) 四手井綱英(1954)：雪圧による林木の雪害：林業試験場研究報告 No. 73, 83pp
- 7) Spyglass User Guide(2013)：happy magenta.com/spyglass/guide/ug.pdf 61pp, 2013.9.25 参照
- 8) ANT-Hiroshima(2011)：Database of HibakuJumoku-Atomic-Bombed Trees of Hiroshima, 58pp
- 9) Batschelet, E. (1981) Circular Statistics in Biology, Academic Press, p335
- 10) Fisher, N. I. (1995) Statistical Analysis of Circular Data, Cambridge University Press, 296pp
- 11) 「被爆アオギリ」の絵本をつくる会(1996)：被爆アオギリ二世物語：広島平和教育研究所, 30pp
- 12) 西本俊典(2012)：広島、1945：南々社、96pp
- 13) 木村早苗(2008)：広島の声なき語りべたち 被爆樹木写真：文芸社、35pp
- 14) 藤井達哉(2012)：日本の世界遺産&暫定リスト：朝日出版、22-23
- 15) 長崎原之助、二俣英五郎(1988)：ひろしまのエノキ：童心社、35pp