

JAERI-M
91-134

ポリエチレン・フォームに対する
放射線照射効果

1991年9月

湯 蓦琳*・梶 加名子・吉沢 巍**
小原 長二**・畠田 元義

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）
あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城
県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費領布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division, Department
of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun,
Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1991

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 日立高速印刷株式会社

ポリエチレン・フォームに対する放射線照射効果

日本原子力研究所高崎研究所大阪支所

湯 蓼琳^{*}・梶 加名子・吉沢 巍^{**}

小原 長二^{*}・畠田 元義

(1991年7月29日受理)

ポリエチレンの放射線加工を行うにあたって必要なポリエチレン・フォームの照射効果に関するデータを得ることを目的として研究を行った。連続型気泡ポリエチレン・フォームを窒素中、あるいは空気中で電子線を照射し、これにより起こる強伸度、ゲル分率の変化、及び加熱にたいする寸法安定性について検討を行った。未照射のポリエチレン・フォームは既に約50%のゲル分率を持っているが、窒素中 30 Mrad の照射により約30%増加した。強度は室温、70°C、及び100°Cいずれにおいても殆ど変化しなかったが、伸度は小さくなつた。また、70°C以上の寸法安定性は照射により著しく改善された。

高崎研究所(大阪支所) : 〒572 大阪府寝屋川市三井南町 25-1

* 中国原子能科学研究院、平成元年度科学技術庁原子力交流研究員

** 三和化工株式会社

Radiation Effects on Polyethylene Foam

Osaka Laboratory for Radiation Chemistry
Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Mii-minami-machi, Neyagawa-shi, Osaka-fu

(Received July 29, 1991)

Studies have been carried out on radiation effects on open cell type polyet hylene foam. The foam was irradiated with electron beam either in nitrogen atmo sphere or in air and changes of strength, eleongation, and gel fraction were measured. The gel-percent of the original foam (50%) increased by 30% after irradiation in nitrogen, while strength measured at room temperature, 70, and 100°C did not change by the irradiation. However, elengation measured at 70 and 100°C decreased considerably and dimension stability above 70°C was also improved.

Keywords: Electron Beam, Polyethylene Foam, Strength, Elongation, Gel Fraction, Dimension Stability, Cross-linking

* Institute of Atomic Energy, China

STA Nuclear Science Exchange Research Scholar, Mar. 1990-Sep. 1990

** Sanwa Kako Co., Ltd.

目 次

1. 目的	1
2. 実験	1
2.1 発泡体	1
2.2 E S R 測定	1
2.3 強伸度の測定	2
2.4 熱処理試料の強伸度の測定	2
2.5 高温における強伸度の測定	2
2.6 フォームの寸法安定性の測定	2
2.7 ゲル分率の測定	3
3. 実験結果及び考察	4
3.1 フォーム中のラジカルの挙動	4
3.2 照射による発泡体の強伸度・ゲル分率及び熱安定性の変化	5
3.2.1 ポリエチレン発泡体	5
3.2.2 E V A 発泡体	6
3.2.3 照射による発泡体の強伸度・ゲル分率及び熱安定性の変化に関する考察	7
4. まとめ	7
謝辞	8
付録 1 強伸度測定データ	20
付録 2 ゲル分率測定データ	40
付録 3 寸法安定性測定データ	44

Contents

1. Introduction	1
2. Experimental	1
2.1 Foam Material	1
2.2 ESR Measurement	1
2.3 Measurement of Strength and Elongation	2
2.4 Measurement of Strength and Elongation on Heat Treated Foam	2
2.5 Measurement of Strength and Elongation at High Temperatures	2
2.6 Measurement of Dimension Stability	2
2.7 Measurement of Gel Parcent	3
3. Results and Discussion	4
3.1 Behavior of Raidsals Formed in Foam	4
3.2 Change of Strength, Elongation, and Dimension Stability of Foam by Irradiation	5
3.2.1 Polyethylene Foam	5
3.2.2 EVA Foam	6
3.2.3 Comments on Change of Strength, Elongation, and Dimension Stability of Foam by Irradiation	7
4. Conclusions	7
Acknowledgement	8
Appendices 1 Strength and Elongation Data	20
Appendices 2 GEL Parcent Data	40
Appendices 3 Dimension Stability Data	44

1. 目 的

ポリエチレン・フォームの加工を行うにあたって、放射線照射を行うとポリエチレン・フォームに架橋・分解が起こる。これに伴ってフォームの物性が変化するので、これらの現象を定量的に把握することが必要である。

シート状、フィルム状、繊維状のポリエチレンの照射効果に関する研究は多くなされているが、フォーム状のポリエチレンに関しては我々の知るかぎり、報告はない。フォームには、既に化学架橋が行われており、また、発泡剤の残渣、無機フィラー、等が含まれている。従って、これまで行われてきた比較的化学的にも純粋な、また構造的にもよくわかっていると思われる試料に関する照射効果のデータを直接利用出来ないと考えられる。本報告では、実際に放射線加工で用いられるポリエチレン・フォームに放射線照射を行い、こにより起こるゲル分率の変化、強伸度の変化を調べた。また、ゲル分率の測定に際しては、加熱の際に捕捉ラジカルによる後効果が起こる可能性がある。従って ESR により生成ラジカルに関する検討を行った。

2. 実 験

2.1 発泡体

純ポリエチレンフォームは三菱油化株式会社製の粒状ポリエチレンを用いて三和化工株式会社により試作されたフォームをそのまま実験に供した。発泡前の組成は、ポリエチレン 100、発泡剤 (Azo-di-carbamide) 19、炭酸カルシウム・フィラー 15、架橋剤 (ditertiary butyl peroxide) 0.5 各重量部のものである。

EVA 発泡体は三和化工株式会社製 OPCEL LC 300^{#2} をそのまま用いた。発泡剤、フィラー、架橋剤の割合はポリエチレン・フォームと同様である。

2.2 ESR 測定

ポリエチレン・フォームを ESR 測定用試料管にできるだけ密に詰め、真空ラインで排気した。また、ポリエチレン・フォーム中にフィラーとして含まれている炭酸カルシウム、発泡剤、及び発泡剤残渣もそれぞれ ESR 試料管に詰めて試料とした。

これらの試料は、コバルト 60 γ -線源で室温で照射した。線量率は 1.7 Mrad/h、線量は、約 20 Mrad であった。

ESR 測定は、室温で、日本電子製 X-BAND スペクトロメーターを用いて行った。測定条件は、3267.9 gauss、掃引磁場範囲 \pm 250 gauss、掃引磁場速度 500 gauss/10min であった。試料の加熱は、空気恒温槽を用いて行った。設定温度は、熱電対を用いて較正した。

1. 目 的

ポリエチレン・フォームの加工を行うにあたって、放射線照射を行うとポリエチレン・フォームに架橋・分解が起こる。これに伴ってフォームの物性が変化するので、これらの現象を定量的に把握することが必要である。

シート状、フィルム状、繊維状のポリエチレンの照射効果に関する研究は多くなされているが、フォーム状のポリエチレンに関しては我々の知るかぎり、報告はない。フォームには、既に化学架橋が行われており、また、発泡剤の残渣、無機フィラー、等が含まれている。従って、これまで行われてきた比較的化学的にも純粹な、また構造的にもよくわかっていると思われる試料に関する照射効果のデータを直接利用出来ないと考えられる。本報告では、実際に放射線加工で用いられるポリエチレン・フォームに放射線照射を行い、こにより起こるゲル分率の変化、強伸度の変化を調べた。また、ゲル分率の測定に際しては、加熱の際に捕捉ラジカルによる後効果が起こる可能性がある。従って E S R により生成ラジカルに関する検討を行った。

2. 実 験

2.1 発泡体

純ポリエチレンフォームは三菱油化株式会社製の粒状ポリエチレンを用いて三和化工株式会社により試作されたフォームをそのまま実験に供した。発泡前の組成は、ポリエチレン 100、発泡剤 (Azo-di-carbamide) 19、炭酸カルシウム・フィラー 15、架橋剤 (ditertiially butyl peroxide) 0.5 各重量部のものである。

E V A 発泡体は三和化工株式会社製 OPCEL LC 300^{#2} をそのまま用いた。発泡剤、フィラー、架橋剤の割合はポリエチレン・フォームと同様である。

2.2 E S R 測定

ポリエチレン・フォームを E S R 測定用試料管にできるだけ密に詰め、真空ラインで排気した。また、ポリエチレン・フォーム中にフィラーとして含まれている炭酸カルシウム、発泡剤、及び発泡剤残渣もそれぞれ E S R 試料管に詰めて試料とした。

これらの試料は、コバルト 60 γ - 線源で室温で照射した。線量率は 1.7 Mrad/h、線量は、約 20 Mrad であった。

E S R 測定は、室温で、日本電子製 X-BAND スペクトロメーターを用いて行った。測定条件は、3267.9 gauss、掃引磁場範囲 \pm 250 gauss、掃引磁場速度 500 gauss/10min であった。試料の加熱は、空気恒温槽を用いて行った。設定温度は、熱電対を用いて較正した。

2.3 強伸度の測定

ポリエチレン・フォーム（厚さ 5 mm）を 10×50 mm の大きさに切断し、ナイロン一ポリ塩化ビニリデン一ポリエチレン三層の袋（商品名：キューパック）に入れ、内部を窒素置換したのちに加熱してシールした。窒素置換には二つの方法を用いた；①切断したポリエチレン・フォームを袋に入れ、窒素を袋中に注入しながら、ローラーを用いて、フォームを圧縮を繰り返して、フォーム中の空気を窒素で置換した。②切断したポリエチレン・フォームを袋に入れ、これを内径 16 cm、深さ 30 cm のオートクレープにいれた。オートクレープを真空に排気した後、窒素を導入した。この操作を 3 回繰り返すことにより、試料中の空気を窒素で置換した。その後、直ちに袋の入口を加熱してシールした。

前者の方法を用いた時は、フォームが圧縮されたときに起こる変形が、時間とともに完全に回復しなかった。従って、①の方法を用いた時は、フォームを圧縮する前に測定した値を強伸度の計算に用いた。②の方法を用いた場合には、強伸度測定前に測定した試料厚さを用いた。

この試料を、Van de Graaff 加速器の 1.5 MeV 電子線によりコンベアー上で照射した。コンベアー速度は 48 mm/min で、この条件で線量は 0.5 Mrad/pass であった。試料の吸収線量は 1, 5, 10, 20, 及び 30 Mrad である。窒素置換しない試料についても同様の実験を行った。

照射後の試料は、袋より取り出し、 22°C 、相対湿度 50% に保った恒温室でインストロン引っ張り試験機を用いて、強度及び切断点における伸度を測定した。未照射試料については 28 回の、他の試料については 10 回の測定を行い、平均値を求めた。

2.4 热処理試料の強伸度の測定

次項 2.6 で述べる寸法安定性の実験を行った後の試料を、 10×50 mm の大きさに切断し、強伸度の測定を行った。

2.5 高温における強伸度の測定

インストロン引っ張り試験機に取りつけた空気恒温槽中で引っ張り試験を行った。恒温槽扉を開いて 10×50 mm に切断した試料を取付けた。このとき恒温槽温度は設定温度から約 30°C 低下した。恒温槽扉を閉じた後、恒温槽温度が設定温度に達して 2 分後に測定を開始した。

2.6 フォームの寸法安定性の測定

ポリエチレン・フォームの寸法安定性を JIS 6767 に基づき加熱に際しての熱収縮率から評価した。即ち、ポリエチレン・フォーム（厚さ 5 mm）を 150×150 mm の大きさに切断し、中央に 50 mm の間隔で 3 本の線をそれぞれの辺に平行になるように描き、キューパックの袋に入れ、窒素置換を行った。窒素置換の方法は 2.3 項②によった。照射は 2.3 項と同様に行った。

照射後の試料は、袋より取り出し、空気循環式の恒温槽に、70°C及び110°Cで22時間保った。恒温槽から取り出した試料の各線の長さを測定し、これらの6本の線長の測定を行い、平均を求め、次式より寸法安定性を計算した。

$$\text{熱収縮率} = (\text{原寸法} - \text{熱処理後の寸法}) / \text{原寸法} \times 100 (\%)$$

各実験条件で、三枚の試料について実験を行ない平均を求めた。

熱処理後の試料の一部は、2.3項、2.5項及び2.7項に従って、強伸度測定、高温における強伸度の測定、及びゲル分率の測定を行った。

2.7 ゲル分率の測定

厚さ7mmのフォームから20×80mmの試料片を作成し、キューパックの袋に入れ、窒素置換したのちに加熱圧着溶封した。窒素置換は2.3②の方法を用いた。またこの試料に前項と同様にしてV D G電子加速器よりの電子線を照射した。照射後の試料袋を開封し、ソックスレー抽出器でキシレンを用いて24時間抽出を行い不溶部分の質量を測定した。ゲル分率は、発泡剤の残渣及び炭酸カルシウム・フィラーの含量を補正した。計算には、次式を用いた。

$$\text{ゲル分率} = (W_r - W_c - W_b) / (W_o - W_c - W_b) \times 100 (\%)$$

ここで、
W_o：原フォームの質量

W_r：抽出後のフォームの質量

W_c：炭酸カルシウム・フィラーの質量

W_b：発泡剤の残渣

この計算で、上記のデータを直接得ることは困難であるので、実際には、研究に用いたフォームの製造時のデータを用い次式により計算した。

$$\text{ゲル分率} = \{(W_2 - W_n) - (W_1 - W_n) \times a\} / \{(W_1 - W_n) \times (1 - a)\} \times 100 (\%)$$

ここで、W₁, W₂, W_n はそれぞれ抽出前、後の試料の質量（金網を含む）、及び金網の質量である。定数aは次の様にして求めた：

$$a = [(発泡剤の残渣) + (フィラー)] / \text{発泡体の重量}$$

ここで、発泡剤の残渣の量は、発泡体の製造時の発泡剤の含量の1/2とした。この値は、発泡剤の加熱試験で求めた平均の値である。このようにして求めたaの値は0.196であった。

3. 実験結果及び考察

3.1 フォーム中のラジカルの挙動

架橋・分解を照射試料のゲル分率と強伸度との関連から正確に把握するためには、照射終了後、ゲル分率測定中に加熱の際、照射試料中に残存しているラジカルにより起こる架橋・分解の量を知る必要がある。なぜならば、強伸度測定の際には照射試料中に残存しているラジカルによる架橋・分解はほとんどデータに影響しないが、一方、ゲル分率測定の際には非ゲル部分の抽出のために行う加熱により、捕捉されているラジカルが反応してゲル化がさらに進み強伸度測定の際のゲル分率よりも大きいデータを与える可能性があるからである。この目的のために、照射後に試料中に残存しているラジカルの量を求め、照射試料のゲル分率測定の際に試料が受ける温度変化で、このラジカル量がどの様に変化するかを ESR 法により追跡した。

図 3.1 に未照射ポリエチレン・フォームのスペクトルを示した。Mn による 6 本線のシグナルが観測された。図 3.2 に照射したポリエチレン・フォームのスペクトルを示した。Mn による 6 本線のシグナルとともにポリエチレンに観測されるポリエニル型ラジカルおよび中心部に石英管およびその他のシグナルが観測された。図 3.3 A, B, C に未照射炭酸カルシウム、発泡剤、及び発泡剤残渣のスペクトルをそれぞれ示した。また、図 3.4 A, B, C に照射炭酸カルシウム、発泡剤、及び発泡剤残渣のスペクトルをそれぞれ示した。図 3.2, 3.3 及び 3.4 を比較すると、図 3.2 に示した照射したポリエチレン・フォームのスペクトルは、ポリエニル型ラジカル、フィラーに予め含まれていた Mn、フィラーの照射により生成した $\text{CO}_2^{\cdot+}$ 、及び発泡剤残渣に生成する未同定のラジカルからなっていると考えられる。

図 3.5 に、照射したポリエチレン・フォームを加熱した時に起こるスペクトルの変化を示した。スペクトル A とスペクトル B とを比較すると、60°C、1 時間の加熱で、室温で生成したラジカルの 1/3 が消失し、さらに 60°C で 5 時間加熱すると、元のラジカル量の約 1/2 となつた。図 3.6 に 70°C、及び 90°C で加熱した時のスペクトルの変化を示した。図 3.5 C と図 3.6 A との比較から、70°C で 2 時間及び 90°C で 1 時間の加熱でそれぞれ 10% 程度の減少が認められた（図 3.6 B）。さらにこの試料を 95°C で 1 時間加熱したがスペクトルは殆んど変化しなかった。同様の実験を 100°C で行ったが、100°C、1 時間の加熱でもラジカル量はそれ以上変化しなかった。図 3.7 は 100°C で 3 時間加熱した時、及びさらに 130°C で 1 時間加熱した時のスペクトルを示した。130°C で 1 時間の処理でさらに 20% 減少することが見出された。この加熱によるアニール実験の結果を整理すると、表 3.1 の様になる。

この表に示したように、真空中で照射したのち、真空中で 130°C まで加熱した時に残るラジカル量は、照射直後の約 30% である。このラジカルには、ポリエニル型のラジカルおよびポリエチレンフォームに残存している発泡剤残渣の照射により生成したラジカルが含まれている可能性があるが、発泡剤残渣の含量は大きく見積もっても 10% 程度であるので、残存 ESR スペクトルにたいする発泡剤残渣の照射により生成したラジカルによる寄与は無視できると考

えられる。

3.2 照射による発泡体の強伸度・ゲル分率及び熱安定性の変化

3.2.1 ポリエチレン発泡体

照射によるポリエチレン発泡体の強伸度およびゲル分率の変化を表3.2及び表3.3にまとめた。

(1) 強度に対する照射雰囲気の影響

図3.8にポリエチレン発泡体を窒素中及び空気中で照射したときの強度変化を示した。測定温度は22°Cである。窒素中照射では強度は殆ど変化しなかった。空気中照射では、照射の初期に一時、増加したが、その後、線量とともに減少し、30Mradの線量で原ポリエチレン発泡体の強度に比較して約20%の強度減少が認められた。

(2) 高温における強度

図3.9にポリエチレン発泡体を窒素中で照射したときの22, 70, 及び100°Cにおける強度を線量の関数として示した。原サンプルの70及び100°Cにおける強度は、22°Cのときの値のそれぞれ約60%及び30%の値であったが、これらの温度で、照射により強度が低下することはなかった。

(3) 強度に対する熱処理の効果

図3.10に窒素中で照射したポリエチレン発泡体を70, 及び100°Cで22時間熱処理した後の強度を線量の関数として示した。また、比較のために熱処理する前の試料の強度と線量との関係も示した。測定温度は、22及び70°Cである。22°Cでは、いずれの線量でも、熱処理により約10%強度が増加した。70°Cでは、10Mradまでの低い線量では熱処理の効果は認められなかつたが30Mradの線量で約10%の増加が認められた。

(4) 伸度に対する照射効果

図3.11にポリエチレン発泡体を窒素中で照射したときの22, 70, 及び100°Cにおける伸度を線量の関数として示した。22°Cの測定では、伸度は30Mradの照射で約20%低下した。原ポリエチレン発泡体の70°C及び100°Cの伸度は室温での伸度のそれぞれ約1.5倍及び1.9倍である。高温での測定では、伸度は、線量約10Mradまではそれほど変化しないが、10Mrad以上の線量では著しく低下した。既ち、室温測定では伸度に対する放射線照射の影響は少ないが、高温測定では伸度に対する照射の影響は大きい。30Mrad照射の試料は110°Cにおいても未照射のような大きい伸度を示さず、室温測定と殆ど同じ伸度を示した。

(5) ゲル分率に対する照射効果

図3.12(表3.3参照)にポリエチレン発泡体を窒素中及び空気中で照射したときのゲル分率を線量の関数として示した。窒素中照射の場合、ゲル分率は線量とともに増加する。一方、空気中照射の場合では、20Mradの線量までは線量とともに増加するが、これ以上の線量では減少した

(6) 热処理とゲル分率との関係

図3.13(表3.3参照)に窒素中で照射したポリエチレン発泡体を70°Cで熱処理した後のゲル分率を線量の関数として示した。図に示したように、熱処理によりゲル分率は殆ど変化しなかった。

(7) 寸法安定性

70°Cの加熱では、未照射試料は0.7%の熱収縮率を示したが、10Mrad以上窒素中照射で0%の熱収縮率を示した(表3.4参照)。しかし、空気中照射では、10Mradの照射で熱収縮率は8.3%となり寸法安定性が低下することがわかった。一方、100°Cの加熱では、未照射試料は16%の熱収縮率を示したが、10Mradの窒素中の照射で14.5%，10Mradの照射で14.5%，20Mradの照射で7.5%，及び30Mradの照射で8.4%の熱収縮率を示し、照射により寸法安定性は改善されることが分かった。

3.2.2 EVA発泡体

照射によるエチレン・酢酸ビニル共重合体発泡体の強伸度およびゲル分率の変化を表3.3及び表3.4にまとめた。

(1) 強度に対する影響

図3.14にEVA発泡体を窒素中で照射したときの強度変化を線量の関数として示した。測定温度は22°Cおよび100°Cである。また、この試料を70°Cで熱処理した試料の22°Cにおけるデータも示した。図に示したように20Mrad以下の線量では強度は実験誤差の範囲で殆ど変化しなかった。これを熱処理すると強度はむしろ低下した。100°Cでは、強度は照射により殆ど低下しなかった。

(2) 伸度に対する照射効果

図3.15にEVA発泡体を窒素中で照射した試料およびこの試料を熱処理した試料の22°Cにおける伸度を線量の関数として示した。また、EVA発泡体を空気中で照射した試料の100°Cにおける伸度を線量の関数として示した。22°Cにおける伸度は、線量の増加とともに低下し、熱処理により約5%増加することが認められた(表3.1)。

(3) ゲル分率に対する照射効果

図3.16にEVA発泡体を窒素中で照射したときのゲル分率を線量の関数として示した。窒素中照射の場合、ゲル分率は線量とともに増加した(表3.3)。

(4) 寸法安定性

70°Cの加熱では、未照射試料は2.4%の熱収縮率を示したが、10Mradの窒素中照射で1.7%の熱収縮性を示した。一方、100°Cの加熱では、未照射試料は20.9%の熱収縮率を示したが、10Mradの窒素中の照射で12.4%の熱収縮率を示し、照射により寸法安定性は改善されることが分かった(表3.4)。

3.2.3 照射による発泡体の強伸度、ゲル分率及び熱安定性の変化に関する考察

ポリエチレン発泡体、EVA発泡体に対する照射効果は熱処理効果を除いて殆ど同じであった。これはEVA発泡体中の酢酸ビニル含有量の14-15%であることを考えるとある程度納得出来る。但し、熱処理強度に及ぼす効果は、両フォームで異なっていた。これは後に述べるよう未照射フォームに対する熱処理効果の違いで説明出来る。

発泡体を窒素中で照射すると線量を増加しても強度は殆ど変化しなかったが、ゲル分率は増加した。この理由として、①発泡体が既に化学架橋されており、照射により生成した架橋は強度に大きく寄与しない。言い換れば照射により起こった架橋は、ゲル分率の増加には寄与するが、強度に寄与しないような部分で起こっている。または②ゲル分率測定中に架橋が進み、強度測定時の架橋密度よりも大きくなっていることが考えられる。このことは、ゲル分率測定と同様な条件で、ESRによるラジカル濃度が約70%減少したことと関係があると思われる。30Mrad 照射試料の伸度が22-110°Cの温度範囲で測定温度に依存しなくなる。即ち高温での伸びが放射線照射により防止できる事実は、放射線によりさらなる架橋が起こっていることを示している。従って、本研究の実験結果からは①、②の両方の理由とも受け入れられると考えられる。ポリエチレン発泡体は熱処理により、照射、未照射にかかわらず、強度が、約10%増加したことは、①熱処理により結晶化などの構造変化が起こった、②残存していた化学架橋剤(di-tertiary butyl peroxide)により架橋が進行した、のいずれか、又は両方であると考えられる。

しかし、EVA発泡体の場合、熱処理により未照射、照射試料共、約10%の強度低下が起こっていることを考えると②の考え方は否定されるであろう。また、発泡体の製造工程から考えても架橋剤は残存していないと考えた方がよいであろう。EVAの場合の熱処理による強度低下は、発泡体に14-15重量%含有されている酢酸ビニル部分の相分離によるものではないかと考えられる。

ポリエチレン発泡体、EVA発泡体共に空気中照射により寸法安定性が向上することが示されたが、これは分子鎖の収縮を防ぐに有効な箇所に架橋が形成されたためであろう。

4. まとめ

連続気泡型ポリエチレンフォームの放射線加工を行う時の基礎データとして、連続気泡型ポリエチレンフォームを放射線照射したときの物性変化についてのデータを得た。また連続気泡型EVAフォームについても同様のデータを得た。

フォームに放射線を照射したときの効果として他の形態のポリエチレンと本質的に異なる特徴は認められなかった。フィラーや残存発泡剤の影響も特に認められなかった。未照射フォームは既に化学架橋が行われ、約50%のゲル分率を示す。このフォームに電子線を照射することによりゲル分率は約30%増大したが、強度は室温、70°C、100°C何れにおいても殆ど変化しなかった。しかし70°C、100°Cにおける伸度は小さくなり、化学架橋に更に放射線架橋を加えることにより、高温での伸びを防げることが明らかになった。また、寸法安定性は放射線照射に

3.2.3 照射による発泡体の強伸度、ゲル分率及び熱安定性の変化に関する考察

ポリエチレン発泡体、EVA発泡体に対する照射効果は熱処理効果を除いて殆ど同じであった、これはEVA発泡体中の酢酸ビニル含有量の14-15%であることを考えるとある程度納得出来る。但し、熱処理強度に及ぼす効果は、両フォームで異なっていた。これは後に述べるように未照射フォームに対する熱処理効果の違いで説明出来る。

発泡体を窒素中で照射すると線量を増加しても強度は殆ど変化しなかったが、ゲル分率は増加した。この理由として、①発泡体が既に化学架橋されており、照射により生成した架橋は強度に大きく寄与しない、言い換れば照射により起こった架橋は、ゲル分率の増加には寄与するが、強度に寄与しないような部分で起こっている。または②ゲル分率測定中に架橋が進み、強度測定時の架橋密度よりも大きくなっていることが考えられる。このことは、ゲル分率測定と同様な条件で、ESRによるラジカル濃度が約70%減少したことと関係があると思われる。30Mrad 照射試料の伸度が22-110°Cの温度範囲で測定温度に依存しなくなる。即ち高温での伸びが放射線照射により防止できる事実は、放射線によりさらなる架橋が起こっていることを示している。従って、本研究の実験結果からは①、②の両方の理由とも受け入れられると考えられる。ポリエチレン発泡体は熱処理により、照射、未照射にかかわらず、強度が、約10%増加したことは、①熱処理により結晶化などの構造変化が起こった、②残存していた化学架橋剤(di-tertiary butyl peroxide)により架橋が進行した、のいずれか、又は両方であると考えられる。

しかし、EVA発泡体の場合、熱処理により未照射、照射試料共、約10%の強度低下が起こっていることを考えると②の考え方を否定されるであろう。また、発泡体の製造工程から考えても架橋剤は残存していないと考えた方がよいであろう。EVAの場合の熱処理による強度低下は、発泡体に14-15重量%含有されている酢酸ビニル部分の相分離によるものではないかと考えられる。

ポリエチレン発泡体、EVA発泡体共に空気中照射により寸法安定性が向上することが示されたが、これは分子鎖の収縮を防ぐに有効な箇所に架橋が形成されたためであろう。

4. まとめ

連続気泡型ポリエチレンフォームの放射線加工を行う時の基礎データとして、連続気泡型ポリエチレンフォームを放射線照射したときの物性変化についてのデータを得た。また連続気泡型EVAフォームについても同様のデータを得た。

フォームに放射線を照射したときの効果として他の形態のポリエチレンと本質的に異なる特徴は認められなかった。フィラーや残存発泡剤の影響も特に認められなかった。未照射フォームは既に化学架橋が行われ、約50%のゲル分率を示す。このフォームに電子線を照射することによりゲル分率は約30%増大したが、強度は室温、70°C、100°C何れにおいても殆ど変化しなかった。しかし70°C、100°Cにおける伸度は小さくなり、化学架橋に更に放射線架橋を加えることにより、高温での伸びを防げることが明らかになった。また、寸法安定性は放射線照射に

より著しく改善されるという実用的に重要な結果が得られた。ところで化学架橋のみで80%のゲル分率を持つフォームを作り、化学架橋プラス放射線架橋でゲル分率80%を示す試料と比較検討したいところであるが、このような高い化学架橋率では発泡条件が微妙な連続気泡型発泡体の形成は不可能である。従ってこのような寸法安定性に優れ、且つ高温でも室温と同程度しか伸びないポリエチレン連続気泡型発泡体を得るためにには化学架橋発泡体を放射線照射により後加工することにより高い架橋率を達成する必要があることが明らかになった。本報告の一部は輻射研究与輻射工芸報に投稿した。

謝 辞

本研究を行うにあたり、松田光司課長代理にはバンデグラフ電子加速器の取扱、並びに線量測定に御協力頂いた。杉本俊一副主任研究員には ESR 測定及びスペクトルについて御討論頂いた。谷口 仁山口大学教授には ESR スペクトルにつき御教示頂いた。また、三和化工株式会社、村上文男常務には研究について、種々、便宜をお計り頂きました。著者の一人（湯薈琳）は科学技術庁原子力研究交流制度により研究に参加することが出来た。これらの関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

より著しく改善されるという実用的に重要な結果が得られた。ところで化学架橋のみで80%のゲル分率を持つフォームを作り、化学架橋プラス放射線架橋でゲル分率80%を示す試料と比較検討したいところであるが、このような高い化学架橋率では発泡条件が微妙な連続気泡型発泡体の形成は不可能である。従ってこのような寸法安定性に優れ、且つ高温でも室温と同程度しか伸びないポリエチレン連続気泡型発泡体を得るためにには化学架橋発泡体を放射線照射により後加工することにより高い架橋率を達成する必要があることが明らかになった。本報告の一部は輻射研究与輻射工芸報に投稿した。

謝 辞

本研究を行うにあたり、松田光司課長代理にはバンデグラフ電子加速器の取扱、並びに線量測定に御協力頂いた。杉本俊一副主任研究員にはE S R測定及びスペクトルについて御討論頂いた。谷口 仁山口大学教授にはE S Rスペクトルにつき御教示頂いた。また、三和化工株式会社、村上文男常務には研究について、種々、便宜をお計り頂きました。著者の一人（湯薔琳）は科学技術庁原子力研究交流制度により研究に参加することが出来た。これらの関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

表 3.1 Change of relative amount of radical in polyethylene foam
with increasing temperature

温度 (°C)	処理時間 (H R)	ラジカル相対量
25	0.5	1.00
60	1	0.67
60	5	0.5
70	2	0.45
90	1	0.41
95	1	0.41
100	1	0.41
100	3	0.36
130	1	0.28

表 3.3 Dimension Stability of Polyethylene Foam

ID#	SAMPLE#	HT Temp (C)	Gel (%)	Prob. error
1	PE-O		53.764	0.75860
2	PE1N		52.134	0.19525
3	PE5N		56.073	0.27935
4	PE10N		63.815	0.36517
5	PE20N		72.326	0.29267
6	PE30N		78.567	0.33563
7	PE1A		51.066	0.93293
8	PE5A		61.500	0.59880
9	PE10A		57.673	0.23640
10	PE20A		73.739	1.35535
11	PE30A		27.854	2.82228
12	EV-O		59.876	1.33999
13	EV5N		66.625	0.89110
14	EV10N		71.705	0.83307
15	EV20N		86.563	0.16707
16	PE-O		47.781	1.29258
17	PE-O	70	50.857	1.00212
18	PE10N	70	69.832	0.70843
19	PE30N	70	79.428	0.83886

Length : average of three sets of six measurements.

表 3.2 Strength and Elongation of Original and Irradiated Foam

RUN	SAMPL#	MEAS(C)	HT	SHRK(C)	Str	Elong
1	EV-O	22			1.102	194.27
2	EV5N	22			1.079	191.68
3	EV1ON	22			1.023	188.34
4	EV2ON	22			1.097	176.13
5	PE-O	22	70		1.232	107.58
6	PE1ON	22	70		1.132	115.94
7	PE3ON	22	70		1.275	95.42
8	PE-O	22	110		4.474	91.84
9	PE1ON	22	110		2.026	111.14
10	PE3ON	22	110		1.183	118.36
11	EV-O	22	70		0.958	203.74
12	EV1ON	22	70		0.984	203.08
13	EV-O	22	110		3.938	258.63
14	EV1ON	22	110		1.376	252.14
15	EV-O	100			0.120	326.34
16	EV5N	100			0.108	219.60
17	EV1ON	100			0.109	138.22
18	EV2ON	100			0.100	144.33
19	PE-O	22			1.081	132.00
20	PE30A	22			0.872	95.78
21	PE1A	22			1.145	130.50
22	PE5A	22			0.998	134.60
23	PE10A	22			1.065	131.20
24	PE20A	22			0.908	110.67
25	PE1N	22			1.058	116.20
26	PE5N	22			1.032	127.00
27	PE1ON	22			1.053	107.60
28	PE2ON	22			1.026	113.80
29	PE3ON	22			1.091	105.20
30	PE-O	70			0.640	158.80
31	PE1ON	70			0.648	160.00
32	PE3ON	70			0.595	116.60
33	PE-O	100			0.262	251.32
34	PE1ON	100			0.260	238.60
35	PE3ON	100			0.236	122.90
36	PE-O	70			0.616	144.06
37	PE-O	70	70		0.727	146.04
38	PE1ON	70	70		0.661	129.48
39	PE3ON	70	70		0.665	98.32

EV : EVA foam ; PE : polyethylene foam ; O : original ; Number after EV or PE denotes dose in Mrad ; Meas (C) : temperature at which the measurements were done ; HT SHRK (C) : temperature of heat treatment .

表 3.4 Gel Percent of Original and Irradiated Foam

RUN	SAMPLE#	HT	SHRNK(C)	LENGTH(mm)
1	PE-O	70		99.289
2	PE-O	110		83.500
3	PE10N	70		99.978
4	PE10N	110		85.478
5	PE20N	70		99.989
6	PE20N	110		92.533
7	PE30N	70		100.000
8	PE30N	110		91.567
9	PE10N	110		85.461
10	PE10N	70		99.989
11	PE-O-A	110		84.525
12	PE10A	110		91.683
13	EV10N	70		98.322
14	EV10N	110		87.639
15	EV-O	70		97.578
16	EV-O	110		79.111

PE##N: Polyethylene foam, ## means dose in Mrad,
 N after ## means irradiation was carried out in nitrogen;
 A means air; EV: EVA foam.

Gel percent : average of three measurements.

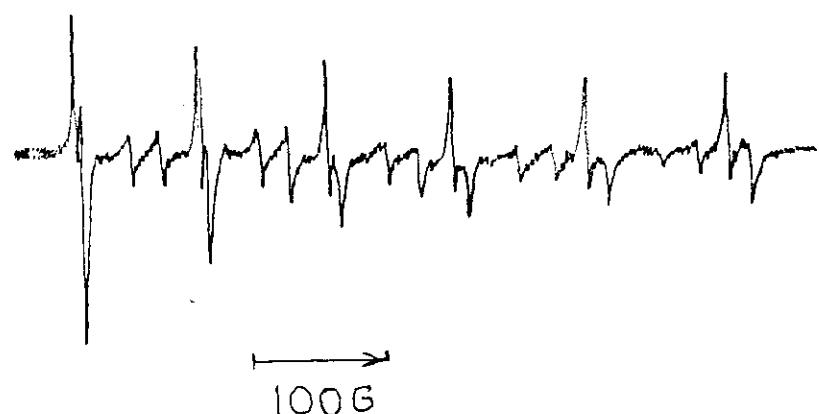


図 3.1 Esr spectrum of polyethylene foam (unirradiated).

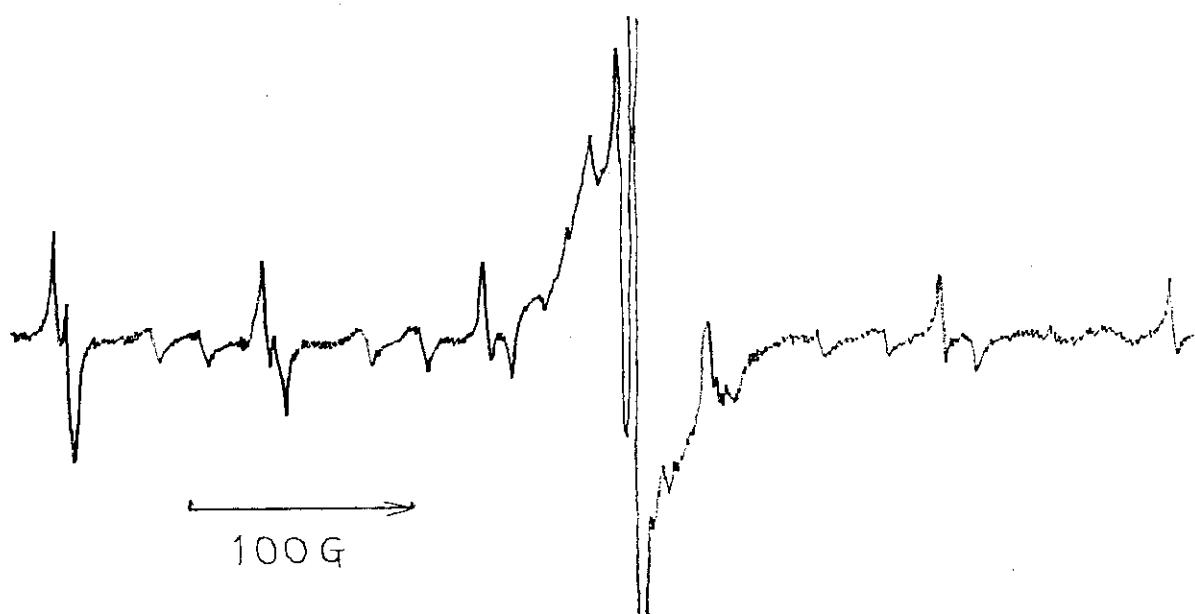


図 3.2 Esr spectrum of irradiated polyethylene foam ; 24 Mrad at room temperature in vacuum.

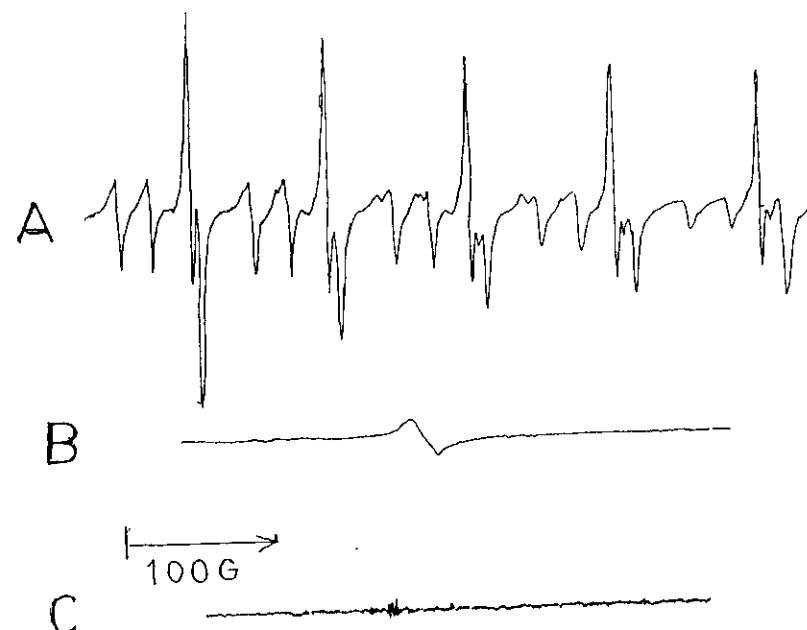


図 3.3 Esr spectra of additives to polyethylene foam (unirradiated);
 (A) CaC_3 filler (5×100) ; (B) blowing agent
 (Azodicarbamide) (5×100) ; and (C) residual of blowing
 agent (5×100).

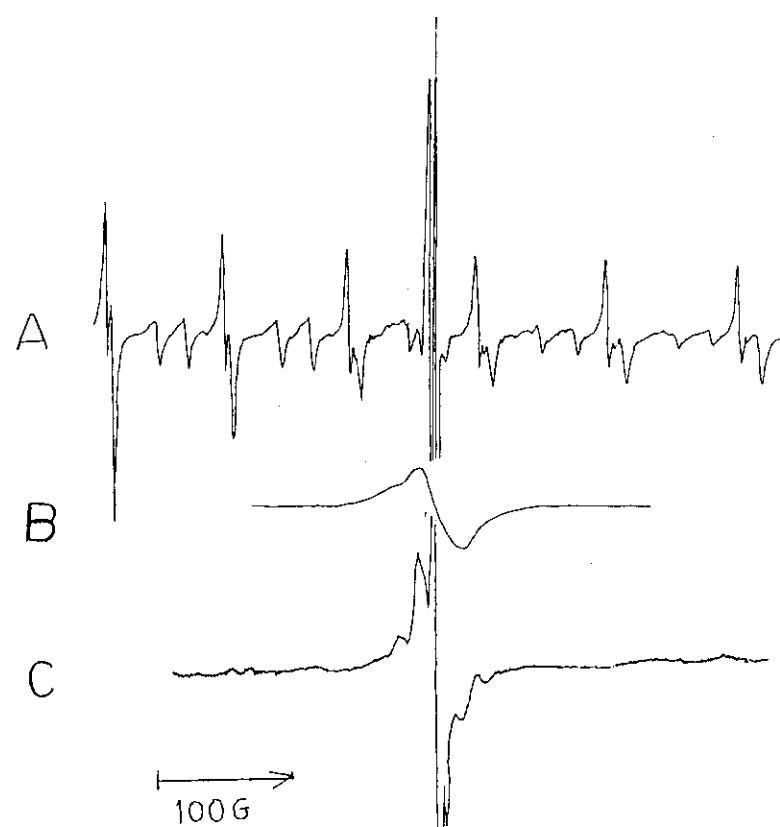


図 3.4 Esr spectra of additives to polyethylene foam (irradiated);
 (A) CaC_3 filler (5×100), (B) blowing agent
 (Azodicarbamide) (2.5×100) ; and (C) residual of
 blowing agent (4×100).

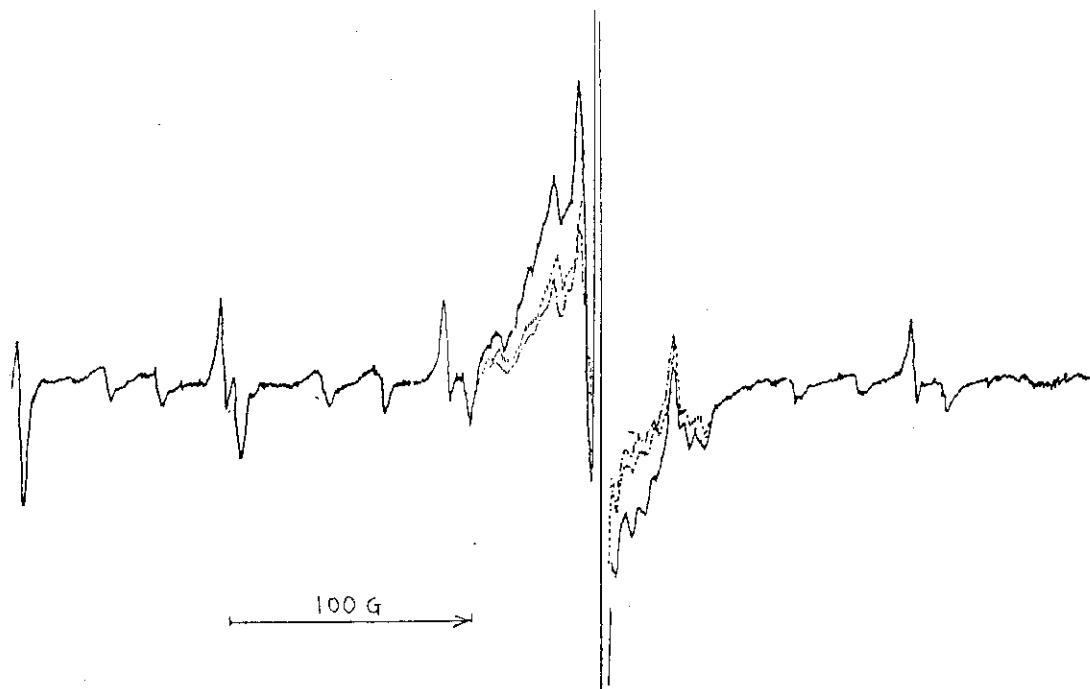


図 3.5 Change of esr spectrum of irradiated polyethylene by heating
(5×100) ; after irradiation (A) - ; annealed at 60°C for
1 hr (B) ··· ; at 60°C for 5 hr (C)

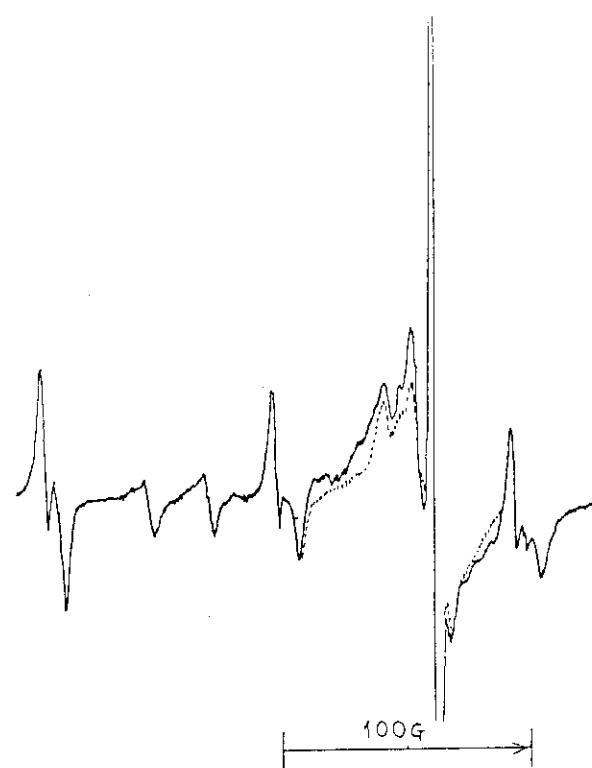


図 3.6 Change of esr spectrum of irradiated polyethylene by heating
(4×100) ; annealed at 70°C for 2 hr (A) - ; at 90°C for
1 hr (B) ··· .

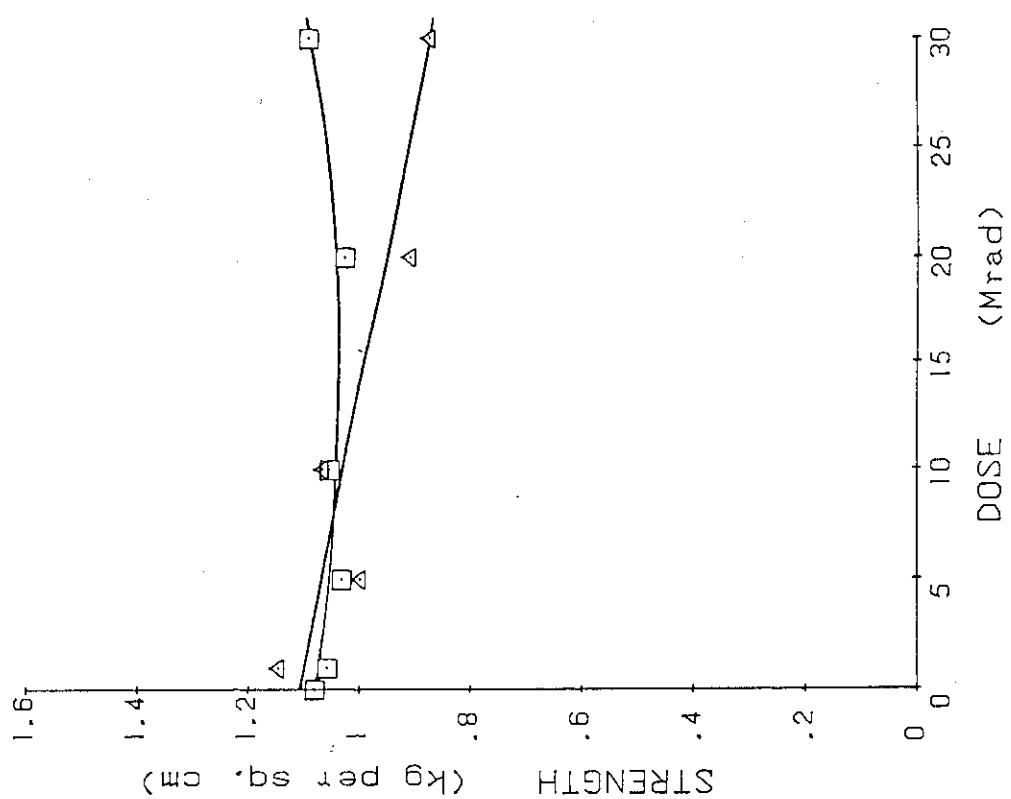


図 3.7
Change of esr spectrum of irradiated
polyethylene by heating (4×100) ; annealed
at 100°C for 1 hr (A) - ; at 100°C for
 3 hr (B) ... ; and 100°C for 3 hr (C)

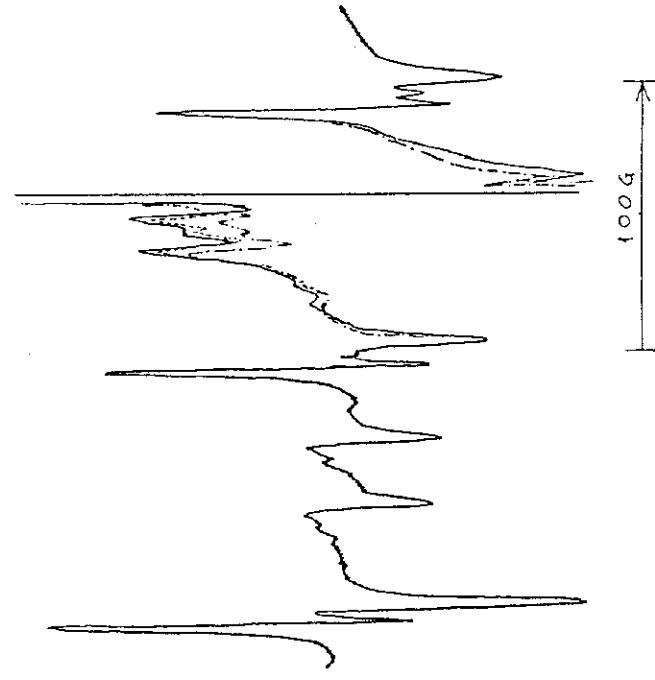


図 3.8
Strength of polyethylene foam as a function
of dose ; □ irradiation in air, △ in
nitrogen, at 22°C .

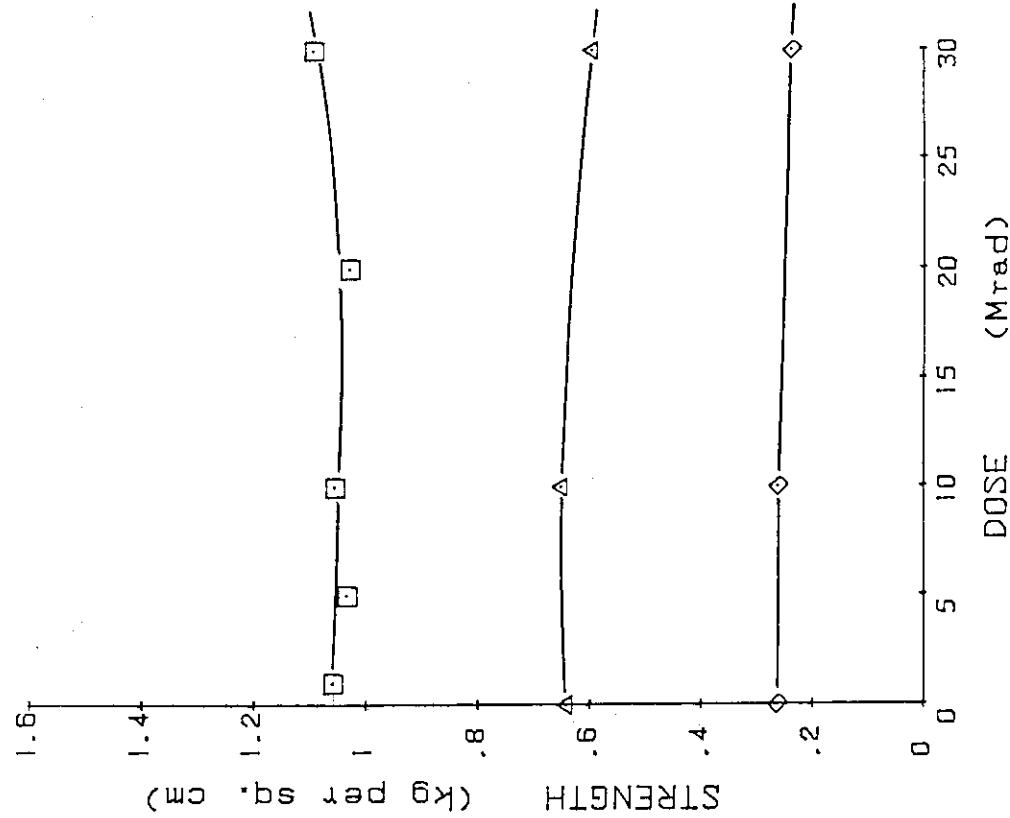


図 3.9
Strength of polyethylene foam irradiated in nitrogen as a function of dose; temperature of measurement : \square 22°C, \triangle 70°C, and \diamond 100°C.

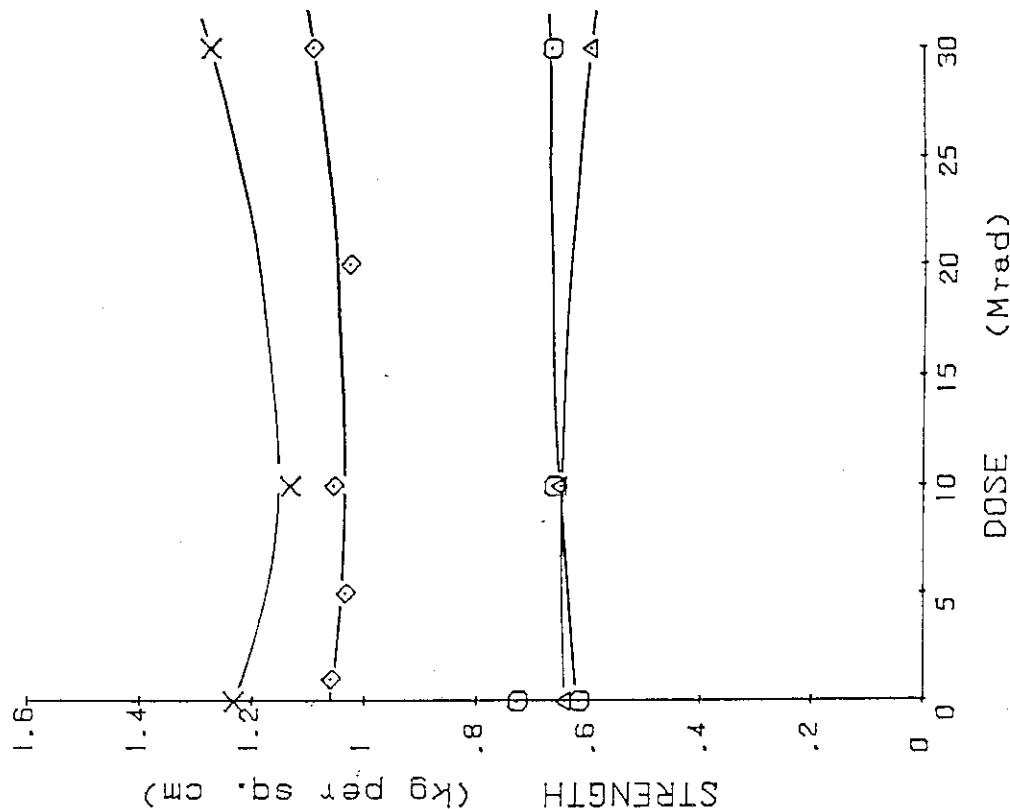


図 3.10
Strength of polyethylene foam irradiated in nitrogen as a function of dose; temperature of measurement : \diamond and \triangle , 22°C and \square and \times , 70°C ; \times and \square were heat-treated.

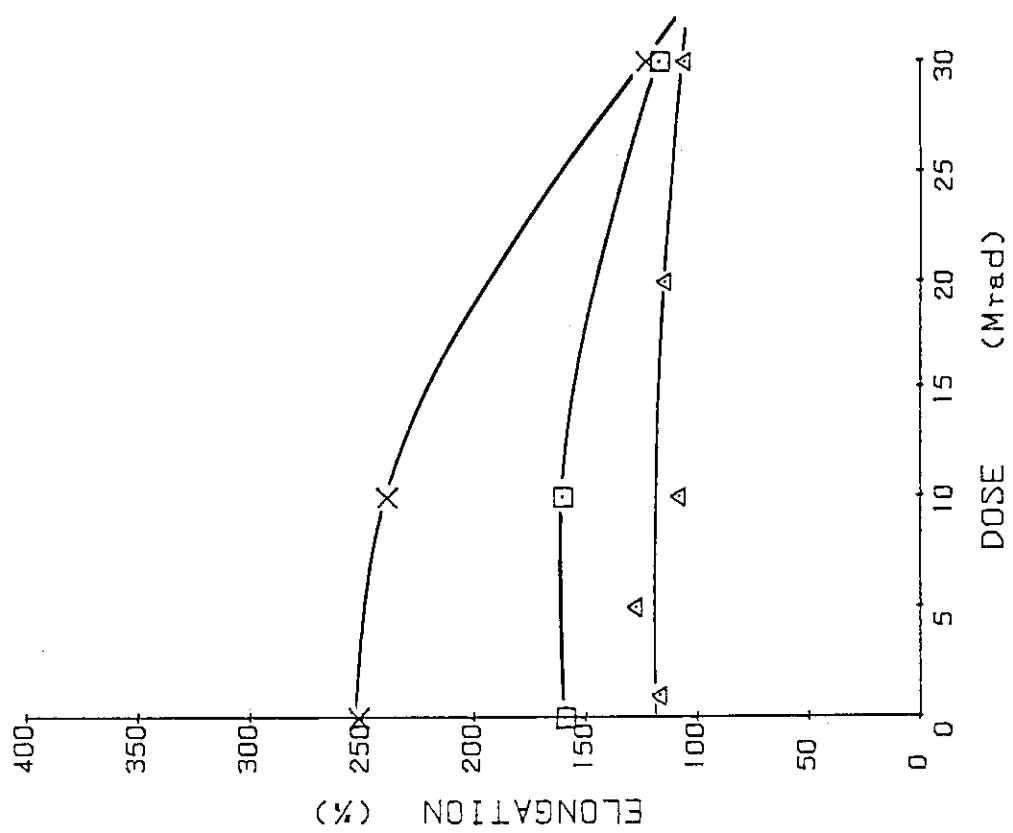


図 3.11 脱水性聚エチレン泡の照射による伸び率の測定温度による照射線量の関数。

測定温度：× 22°C, □ 70°C, △ 100°C.

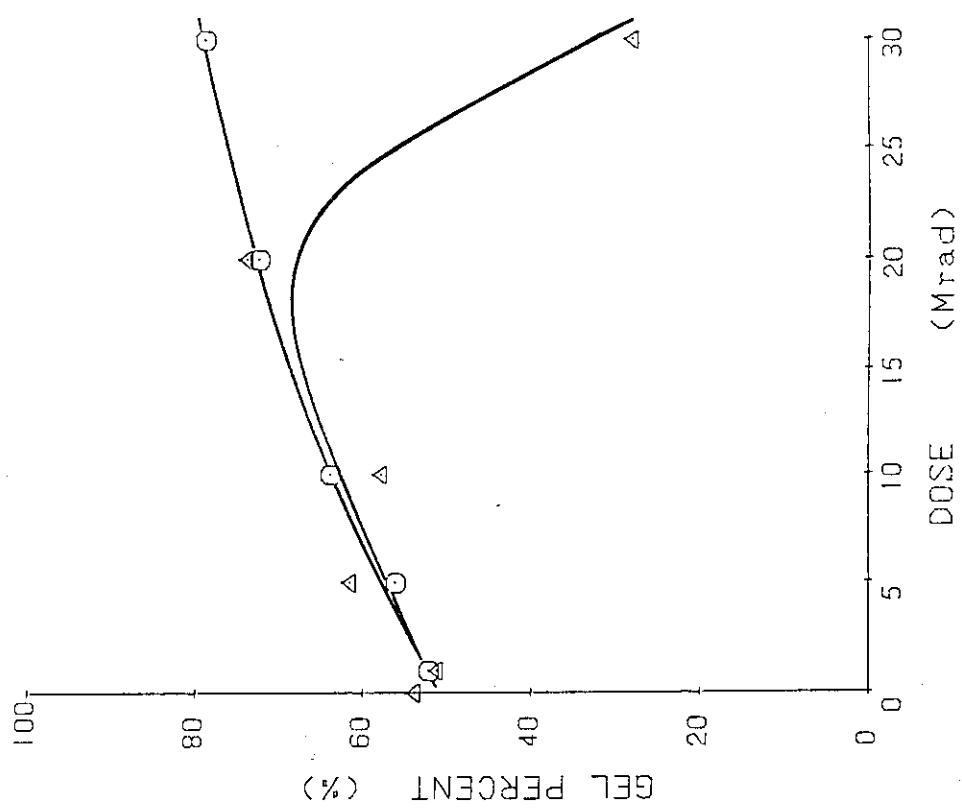


図 3.12 脱水性聚エチレン泡の照射によるゲル百分率の測定温度による照射線量の関数。

測定温度：□ 22°C ; 照射温度：△ 空気中。

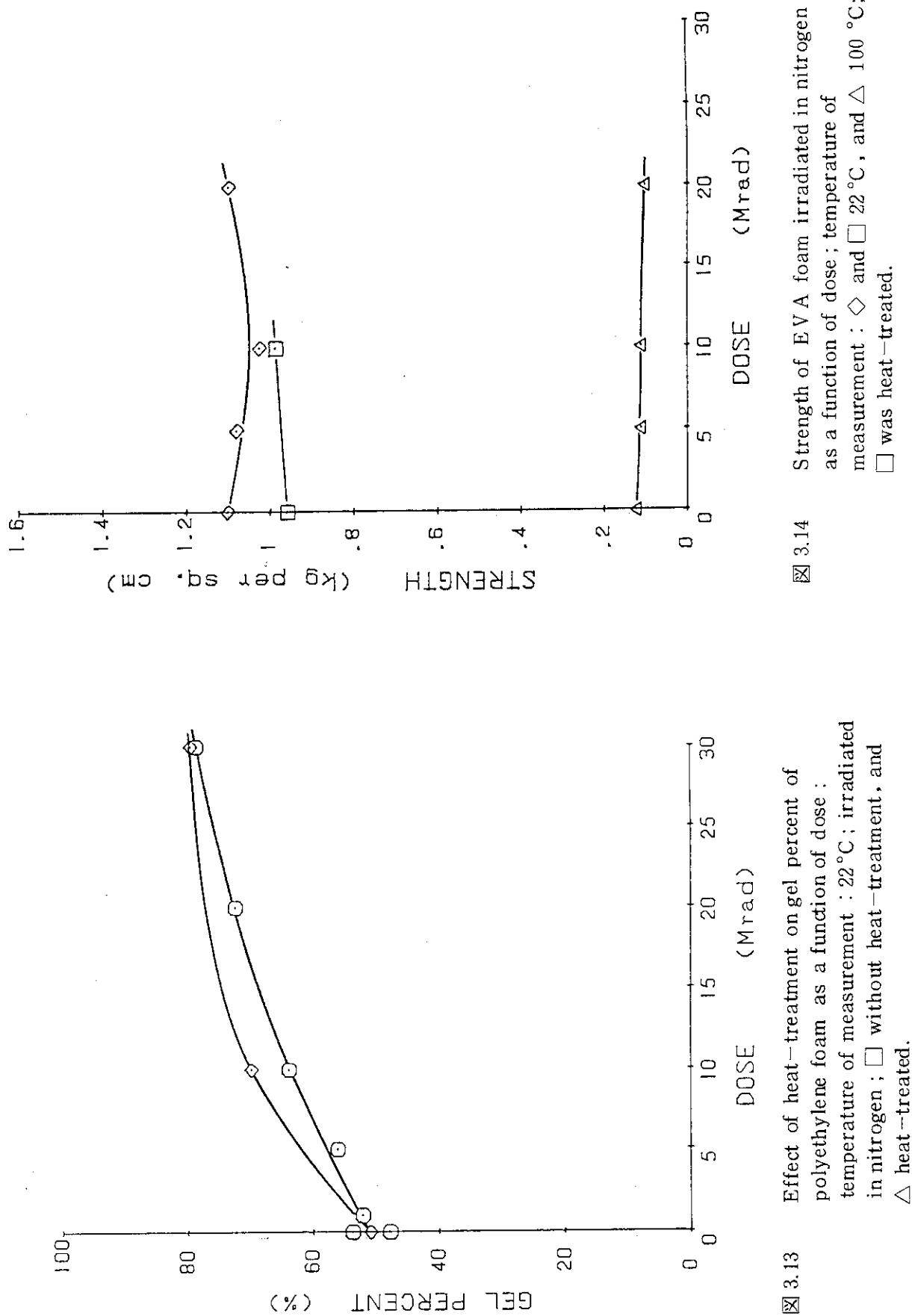


図 3.13
Effect of heat-treatment on gel percent of
polyethylene foam as a function of dose :
temperature of measurement : 22°C ; irradiated
in nitrogen ; □ without heat-treatment, and
△ heat-treated.

図 3.14

Strength of EVA foam irradiated in nitrogen
as a function of dose ; temperature of
measurement : ◇ and □ 22°C , and △ 100 °C ;
□ was heat-treated.

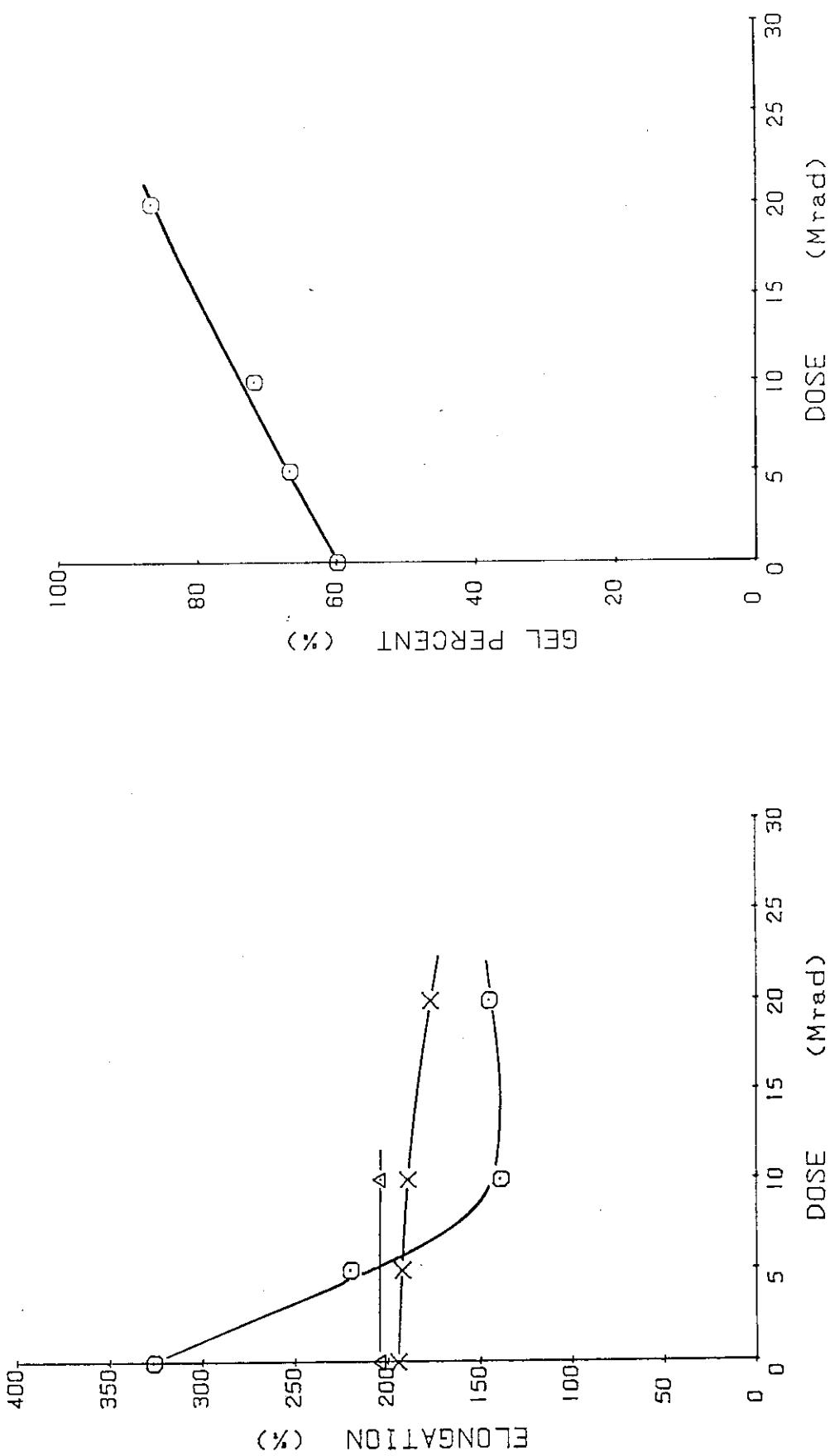


図 3.15 Elongation of EVA foam irradiated in nitrogen as a function of dose ; temperature of measurement : 22°C ; measurement : \times and \triangle ; and \square 100°C ; was heat-treated.

図 3.16 Gel percent of EVA foam as a function of dose ; temperature of measurement : 22°C ; irradiated in nitrogen atmosphere.

付録 1 強伸度測定データ

IDENTIF # : 1 SAMPLE # : EV-0 NR OF MEAS:20
 DOSE Mrad :0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS :22 IRR ATMPH :
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP:0 N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.96	128.0	107.0	1.0684	214.0
2	5.08	139.4	92.0	1.1361	184.0
3	4.97	144.0	109.0	1.1995	218.0
4	4.90	138.5	104.8	1.1702	209.6
5	5.32	112.2	103.2	0.8731	206.4
6	4.80	124.8	97.2	1.0764	194.4
7	4.94	126.2	87.2	1.0576	174.4
8	5.05	134.8	106.8	1.1051	213.6
9	5.06	137.6	97.0	1.1258	194.0
10	5.10	138.0	102.5	1.1202	205.0
11	5.17	137.8	106.8	1.1035	213.6
12	5.00	158.6	90.0	1.3132	180.0
13	5.09	124.6	87.0	1.0135	174.0
14	5.16	105.0	103.6	0.8424	207.2
15	4.93	124.0	96.5	1.0413	193.0
16	4.98	125.5	87.2	1.0433	174.4
17	5.27	117.5	96.0	0.9231	192.0
18	5.15	139.0	86.6	1.1174	173.2
19	5.08	160.6	82.8	1.3088	165.6
20	5.14	173.0	99.5	1.3934	199.0
Average			1.1016		194.27
Probable error			0.0207		2.49

IDENTIF # : 2 SAMPLE # : EV5N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :5 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :22 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :EVAC TANK
 THICNS MES:JBI :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.20	132.0	95.0	1.0509	190.0
2	5.01	126.2	78.5	1.0429	157.0
3	4.99	152.6	106.0	1.2661	212.0
4	5.24	114.8	106.6	0.9070	213.2
5	5.15	150.0	97.2	1.2058	194.4
6	5.00	126.0	88.4	1.0433	176.8
7	5.22	126.0	100.5	0.9993	201.0
8	5.23	145.0	88.0	1.1478	176.0
9	5.18	145.5	91.2	1.1629	182.4
10	5.18	120.6	107.0	0.9639	214.0
Average			1.0790		191.68
Probable error			0.0241		4.04

IDENTIF # : 3	SAMPLE # :EV10N	NR OF MEAS:10
DOSE Mrad :10	IRR TMP C :25	ACC MV :1.5
BEAM μ A :50	SCAN cm :30	CONV m/s :0.48
CONV SPN M:62	TMP MEAS :22	IRR ATM PH :NITROGEN
HT-SHRK# :	H-SHRK TMP:	N2 REPLAC :EVAC TANK
THICNS MES:JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.17	139.0	90.0	1.1131	180.0
2	5.16	160.0	99.5	1.2837	199.0
3	5.25	128.0	111.0	1.0094	222.0
4	4.96	122.2	80.0	1.0200	160.0
5	5.21	95.0	123.5	0.7549	247.0
6	5.23	136.0	85.5	1.0766	171.0
7	5.30	107.2	88.0	0.8374	176.0
8	5.08	137.2	88.2	1.1181	176.4
9	4.97	129.3	99.0	1.0771	198.0
10	5.05	115.0	77.0	0.9428	154.0
Average				1.0233	188.34
Probable error				0.0321	6.12

IDENTIF # : 4	SAMPLE # :EV20N	NR OF MEAS:09
DOSE Mrad :20	IRR TMP C :25	ACC MV :1.5
BEAM μ A :50	SCAN cm :30	CONV m/s :0.48
CONV SPN M:62	TMP MEAS :22	IRR ATM PH :NITROGEN
HT-SHRK# :	H-SHRK TMP:	N2 REPLAC :EVAC TANK
THICNS MES:JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.00	151.5	91.5	1.2544	183.0
2	4.88	133.2	102.5	1.1300	205.0
3	5.25	146.5	96.0	1.1553	192.0
4	4.85	138.0	105.0	1.1780	210.0
5	4.93	129.2	83.0	1.0850	166.0
6	5.12	116.0	78.8	0.9380	157.6
7	5.17	135.4	80.2	1.0843	160.4
8	5.19	129.2	78.2	1.0306	156.4
9	5.00	122.5	77.4	1.0143	154.8
Average				1.0966	176.13
Probable error				0.0214	4.91

IDENTIF # : 5 SAMPLE # :PE-O NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM MA : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS :22 IRR ATMPH :
 HT-SRK# :3 H-SRK TMP:70 N2 REPLAC :no
 THICNS MES:JBI :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.28	158.2	55.0	1.2404	110.0
2	5.28	161.2	55.5	1.2640	111.0
3	5.28	158.0	53.0	1.2389	106.0
4	5.28	157.2	50.0	1.2326	100.0
5	5.28	160.8	55.0	1.2608	110.0
6	5.28	155.5	54.2	1.2193	108.4
7	5.28	152.5	52.2	1.1957	104.4
8	5.28	157.4	56.0	1.2342	112.0
9	5.28	152.0	50.2	1.1918	100.4
10	5.28	158.2	56.8	1.2404	113.6
Average				1.2318	107.58
Probable error				0.0051	1.01

IDENTIF # : 6 SAMPLE # :PE10N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM MA :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :22 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SRK# :3 H-SRK TMP:70 N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:JBI :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.25	146.2	59.0	1.1529	118.0
2	5.25	146.5	59.2	1.1553	118.4
3	5.25	141.2	53.2	1.1135	106.4
4	5.25	153.0	65.2	1.2065	130.4
5	5.25	143.0	57.2	1.1277	114.4
6	5.25	141.0	50.2	1.1119	100.4
7	5.25	140.0	58.2	1.1040	116.4
8	5.25	141.2	59.0	1.1135	118.0
9	5.25	143.5	59.5	1.1316	119.0
10	5.25	139.5	59.0	1.1001	118.0
Average				1.1317	115.94
Probable error				0.0069	1.70

IDENTIF # : 7	SAMPLE # :PE30N	NR OF MEAS:10
DOSE Mrad :30	IRR TMP C :25	ACC MV :1.5
BEAM μ A :50	SCAN cm :30	CONV m/s :0.48
CONV SPN M:62	TMP MEAS :22	IRR ATM PH :NITROGEN
HT-SHRK# :20	H-SHRK TMP:70	N2 REPLAC :PRES ROL
THICNS MES:JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.09	156.2	39.8	1.2705	79.6
2	5.09	159.0	50.0	1.2932	100.0
3	5.09	164.0	50.2	1.3339	100.4
4	5.09	158.8	49.6	1.2916	99.2
5	5.09	166.2	44.8	1.3518	89.6
6	5.09	155.8	53.0	1.2672	106.0
7	5.09	150.0	48.8	1.2200	97.6
8	5.09	149.0	47.4	1.2119	94.8
9	5.09	155.6	49.0	1.2656	98.0
10	5.09	153.4	44.5	1.2477	89.0
Average				1.2754	95.42
Probable error				0.0095	1.60

IDENTIF # : 8	SAMPLE # :PE-O	NR OF MEAS: 9
DOSE Mrad : 0	IRR TMP C :	ACC MV :
BEAM μ A :	SCAN cm :	CONV m/s :
CONV SPN M:	TMP MEAS :22	IRR ATM PH :
HT-SHRK# : 6	H-SHRK TMP:110	N2 REPLAC :
THICNS MES:JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	2.47	400.0	49.5	6.7045	99.0
2	2.47	201.2	43.0	3.3723	86.0
3	2.47	213.6	47.8	3.5802	95.6
4	2.47	192.0	51.5	3.2181	103.0
5	2.47	320.4	48.2	5.3703	96.4
6	2.47	220.0	46.6	3.6875	93.2
7	2.47	314.4	39.2	5.2697	78.4
8	2.47	200.0	42.0	3.3522	84.0
9	2.47	340.8	45.5	5.7122	91.0
Average				4.4741	91.84
Probable error				0.2909	1.76

IDENTIF # : 9 SAMPLE # :PE10N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :22 IRR ATMSPH :NITROGEN
 HT-SRK# :26 H-SRK TMP:110 N2 REPLAC :EVAC TANK
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	3.45	162.0	63.0	1.9440	126.0
2	3.45	168.0	58.0	2.0160	116.0
3	3.45	170.2	48.0	2.0424	96.0
4	3.45	184.5	60.5	2.2140	121.0
5	3.45	171.4	59.5	2.0568	119.0
6	3.45	146.0	38.6	1.7520	77.2
7	3.45	166.2	55.5	1.9944	111.0
8	3.45	184.2	55.0	2.2104	110.0
9	3.45	168.0	54.8	2.0160	109.6
10	3.45	167.5	62.8	2.0100	125.6
Average				2.0256	111.14
Probable error				0.0279	3.18

IDENTIF # : 10 SAMPLE # :PE30N NR OF MEAS:11
 DOSE Mrad :30 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :22 IRR ATMSPH :NITROGEN
 HT-SRK# :22 H-SRK TMP:110 N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.29	149.0	60.0	1.1661	120.0
2	5.29	147.2	54.5	1.1520	109.0
3	5.29	153.0	61.0	1.1974	122.0
4	5.29	156.8	59.4	1.2271	118.8
5	5.29	150.0	61.5	1.1739	123.0
6	5.29	155.0	64.0	1.2130	128.0
7	5.29	154.6	57.2	1.2099	114.4
8	5.29	142.2	57.2	1.1129	114.4
9	5.29	151.0	57.2	1.1817	114.4
10	5.29	148.2	53.5	1.1598	107.0
11	5.29	156.0	65.5	1.2209	131.0
Average				1.1832	118.36
Probable error				0.0070	1.51

IDENTIF # : 11	SAMPLE # :EV-O	NR OF MEAS:10
DOSE Mrad : 0	IRR TMP C :	ACC MV :
BEAM μ A :	SCAN cm :	CONV m/s :
CONV SPN M:	TMP MEAS :22	IRR ATMPH :
HT-SHRK# : 44	H-SHRK TMP: 70	N2 REPLAC :
THICNS MES:JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.58	127.6	100.2	0.9467	200.4
2	5.58	128.0	93.8	0.9497	187.6
3	5.58	133.0	105.0	0.9868	210.0
4	5.58	128.0	103.5	0.9497	207.0
5	5.58	132.0	108.5	0.9794	217.0
6	5.58	136.0	109.0	1.0090	218.0
7	5.58	127.2	113.2	0.9437	226.4
8	5.58	133.4	103.5	0.9897	207.0
9	5.58	121.5	87.0	0.9015	174.0
10	5.58	125.0	95.0	0.9274	190.0
Average				0.9584	203.74
Probable error				0.0069	3.41

IDENTIF # : 12	SAMPLE # :EV10N	NR OF MEAS:10
DOSE Mrad :10	IRR TMP C :25	ACC MV :1.5
BEAM μ A :50	SCAN cm :30	CONV m/s :0.48
CONV SPN M:62	TMP MEAS :22	IRR ATMPH :NITROGEN
HT-SHRK# :37	H-SHRK TMP: 70	N2 REPLAC :EVAC TANK
THICNS MES:JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.35	120.2	84.0	0.9301	168.0
2	5.35	135.0	105.0	1.0447	210.0
3	5.35	129.2	110.2	0.9998	220.4
4	5.35	132.0	105.2	1.0215	210.4
5	5.35	116.0	82.2	0.8976	164.4
6	5.35	131.5	116.6	1.0176	233.2
7	5.35	124.5	102.2	0.9634	204.4
8	5.35	119.5	90.0	0.9247	180.0
9	5.35	131.6	107.0	1.0184	214.0
10	5.35	132.4	113.0	1.0246	226.0
Average				0.9842	203.08
Probable error				0.0109	5.13

IDENTIF # : 13 SAMPLE # :EV-O NR OF MEAS: 7
 DOSE Mrad : 0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS :22 IRR ATMPH :
 HT-SHRK# :46 H-SHRK TMP:110 N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	1.98	185.0	125.0	3.8682	250.0
2	1.98	193.5	136.8	4.0459	273.6
3	1.98	203.0	139.8	4.2446	279.6
4	1.98	181.6	115.5	3.7971	231.0
5	1.98	176.0	123.8	3.6800	247.6
6	1.98	191.5	125.5	4.0041	251.0
7	1.98	187.7	138.8	3.9246	277.6
Average				3.9378	258.63
Probable error				0.0467	4.70

IDENTIF # : 14 SAMPLE # :EV1ON NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :22 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# :42 H-SHRK TMP:110 N2 REPLAC :EVAC TANK
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.29	142.0	133.0	1.3704	266.0
2	4.29	140.0	146.0	1.3511	292.0
3	4.29	143.5	137.5	1.3848	275.0
4	4.29	137.0	115.0	1.3221	230.0
5	4.29	135.0	120.0	1.3028	240.0
6	4.29	143.0	130.2	1.3800	260.4
7	4.29	137.0	116.0	1.3221	232.0
8	4.29	144.2	112.0	1.3916	224.0
9	4.29	146.8	112.2	1.4167	224.4
10	4.29	157.6	138.8	1.5209	277.6
Average				1.3762	252.14
Probable error				0.0133	5.33

IDENTIF # : 15 SAMPLE # : EV-O NR OF MEAS:19
 DOSE Mrad : 0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS :100 IRR ATMPH :
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.25	14.6	190.0	0.1151	380.0
2	5.22	14.2	140.0	0.1126	280.0
3	5.22	11.5	159.0	0.0912	318.0
4	5.30	18.6	146.0	0.1453	292.0
5	5.22	16.1	165.0	0.1277	330.0
6	5.13	14.8	171.0	0.1194	342.0
7	5.09	17.1	178.0	0.1391	356.0
8	5.30	15.0	172.0	0.1172	344.0
9	5.16	16.2	147.0	0.1300	294.0
10	4.94	12.5	182.0	0.1048	364.0
11	5.02	13.3	136.2	0.1097	272.4
12	5.27	16.3	175.0	0.1280	350.0
13	5.27	15.0	147.0	0.1178	294.0
14	5.07	15.0	185.0	0.1225	370.0
15	5.07	15.1	153.0	0.1233	306.0
16	5.07	14.8	163.0	0.1209	326.0
17	5.02	15.0	147.0	0.1237	294.0
18	5.00	15.0	172.0	0.1242	344.0
19	5.09	13.5	172.0	0.1098	344.0
Average				0.1201	326.34
Probable error				0.0019	4.98

IDENTIF # : 16 SAMPLE # : EV5N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad : 5 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A : 50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :100 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :EVAC TANK
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.00	13.1	100.0	0.1085	200.0
2	4.98	15.6	85.0	0.1297	170.0
3	5.13	15.7	93.0	0.1267	186.0
4	5.02	12.4	93.0	0.1023	186.0
5	5.09	12.5	101.0	0.1017	202.0
6	5.27	9.2	160.0	0.0723	320.0
7	5.08	12.9	125.0	0.1051	250.0
8	5.02	12.9	113.0	0.1064	226.0
9	5.11	13.5	107.0	0.1094	214.0
10	5.13	15.2	121.0	0.1227	242.0
Average				0.1085	219.60
Probable error				0.0035	9.26

IDENTIF # : 17 SAMPLE # :EV10N NR OF MEAS: 9
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :100 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES: : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.12	14.7	70.0	0.1189	140.0
2	5.06	13.2	70.0	0.1080	140.0
3	5.07	14.3	65.0	0.1168	130.0
4	5.07	14.3	69.0	0.1168	138.0
5	5.04	12.2	73.0	0.1002	146.0
6	5.11	11.2	74.0	0.0907	148.0
7	4.98	11.5	61.0	0.0956	122.0
8	5.09	13.7	67.0	0.1114	134.0
9	5.06	14.9	73.0	0.1219	146.0
Average				0.1089	138.22
Probable error				0.0025	1.90

IDENTIF # : 18 SAMPLE # :EV20N NR OF MEAS: 9
 DOSE Mrad :20 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :100 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :EVAC TANK
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.99	14.5	59.0	0.1203	118.0
2	5.09	15.2	57.0	0.1236	114.0
3	5.14	13.2	59.0	0.1063	118.0
4	5.15	12.7	57.0	0.1021	114.0
5	5.09	12.8	56.0	0.1041	112.0
6	5.32	10.1	92.5	0.0786	185.0
7	5.01	10.6	87.0	0.0876	174.0
8	5.06	11.6	96.0	0.0949	192.0
9	4.89	9.5	86.0	0.0800	172.0
Average				0.0997	144.33
Probable error				0.0036	7.88

IDENTIF # : 19 SAMPLE # : PE-O NR OF MEAS:20
 DOSE Mrad : 0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS : 22 IRR ATM PH :
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI OFT :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.92	130.0	65.0	1.0941	130.0
2	4.84	124.7	75.0	1.0669	150.0
3	4.82	134.5	72.0	1.1553	144.0
4	4.86	127.0	73.0	1.0819	146.0
5	4.89	131.0	65.0	1.1091	130.0
6	4.91	134.0	64.0	1.1299	128.0
7	4.85	122.3	64.0	1.0440	128.0
8	4.81	125.0	64.0	1.0759	128.0
9	4.75	120.6	63.0	1.0511	126.0
10	5.17	119.0	82.0	0.9529	164.0
11	5.07	123.0	57.0	1.0044	114.0
12	5.28	144.5	58.0	1.1330	116.0
13	5.15	129.0	67.0	1.0370	134.0
14	5.03	133.0	60.0	1.0947	120.0
15	5.24	136.2	67.0	1.0761	134.0
16	4.90	126.0	54.0	1.0646	108.0
17	4.93	139.2	64.0	1.1689	128.0
18	5.10	132.5	71.0	1.0756	142.0
19	5.17	137.8	70.0	1.1035	140.0
20	5.13	136.0	65.0	1.0975	130.0
Average				1.0808	132.00
Probable error				0.0075	1.98

IDENTIF # : 20 SAMPLE # : PE30A NR OF MEAS: 9
 DOSE Mrad : 30 IRR TMP C : 25 ACC MV : 1.5
 BEAM μ A : 50 SCAN cm : 30 CONV m/s : 0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATM PH : AIR
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.88	110.0	54.0	0.9332	108.0
2	4.78	105.6	54.0	0.9146	108.0
3	4.93	94.5	45.0	0.7936	90.0
4	4.72	100.5	45.0	0.8815	90.0
5	4.88	97.2	50.0	0.8246	100.0
6	4.93	111.5	49.0	0.9363	98.0
7	4.96	104.2	51.0	0.8697	102.0
8	4.88	103.0	44.0	0.8738	88.0
9	4.90	97.5	39.0	0.8238	78.0
Average				0.8723	95.78
Probable error				0.0114	2.25

IDENTIF # : 21 SAMPLE # : PE1A NR OF MEAS: 8
 DOSE Mrad : 1 IRR TMP C : 25 ACC MV : 1.5
 BEAM μ A : 50 SCAN cm : 30 CONV m/s : 0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMMPH : AIR
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.97	130.0	58.0	1.0829	116.0
2	4.84	132.0	62.0	1.1291	124.0
3	4.86	132.0	67.0	1.1244	134.0
4	4.87	146.0	66.0	1.2412	132.0
5	4.83	141.0	71.0	1.2086	142.0
6	5.00	138.0	75.0	1.1426	150.0
7	4.96	126.5	64.0	1.0559	128.0
8	4.82	137.0	59.0	1.1767	118.0
Average				1.1452	130.50
Probable error				0.0147	2.76

IDENTIF # : 22 SAMPLE # : PE5A NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad : 5 IRR TMP C : 25 ACC MV : 1.5
 BEAM μ A : 50 SCAN cm : 30 CONV m/s : 0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMMPH : AIR
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.10	108.0	65.0	0.8767	130.0
2	5.11	107.0	67.0	0.8669	134.0
3	5.25	132.5	69.0	1.0449	138.0
4	5.15	139.0	67.0	1.1174	134.0
5	5.12	120.6	74.0	0.9752	148.0
6	5.12	140.0	69.0	1.1320	138.0
7	5.09	117.2	70.0	0.9533	140.0
8	5.12	132.6	60.0	1.0722	120.0
9	4.98	115.5	65.0	0.9602	130.0
10	5.12	121.6	67.0	0.9833	134.0
Average				0.9982	134.60
Probable error				0.0196	1.57

IDENTIF # : 23 SAMPLE # :PE10A NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMPH :AIR
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.92	117.2	59.0	0.9862	118.0
2	4.94	131.8	62.0	1.1046	124.0
3	4.89	128.8	71.0	1.0905	142.0
4	4.92	120.5	61.0	1.0140	122.0
5	4.88	126.3	79.0	1.0715	158.0
6	4.90	130.0	60.0	1.0984	120.0
7	5.02	125.2	63.0	1.0325	126.0
8	4.92	129.6	65.0	1.0905	130.0
9	5.00	121.0	71.0	1.0019	142.0
10	4.84	135.5	65.0	1.1590	130.0
Average				1.0649	131.20
Probable error				0.0116	2.67

IDENTIF # : 24 SAMPLE # :PE20A NR OF MEAS: 9
 DOSE Mrad :20 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMPH :AIR
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.12	105.5	60.0	0.8531	120.0
2	5.11	97.0	53.0	0.7859	106.0
3	5.05	97.3	55.0	0.7977	110.0
4	5.08	118.0	48.0	0.9617	96.0
5	5.16	124.0	53.0	0.9949	106.0
6	5.27	120.0	55.0	0.9427	110.0
7	5.06	121.0	54.0	0.9900	108.0
8	5.23	124.0	56.0	0.9816	112.0
9	5.12	107.0	64.0	0.8652	128.0
Average				0.9081	110.67
Probable error				0.0187	2.03

IDENTIF # : 25 SAMPLE # : PE1N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad : 1 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:OFT : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	132.2	55.0	1.0924	110.0
2	5.01	127.0	56.0	1.0495	112.0
3	5.01	125.0	55.0	1.0329	110.0
4	5.01	132.0	65.0	1.0908	130.0
5	5.01	132.0	54.0	1.0908	108.0
6	5.01	140.0	52.0	1.1569	104.0
7	5.01	123.4	64.0	1.0197	128.0
8	5.01	127.0	61.0	1.0495	122.0
9	5.01	118.0	61.0	0.9751	122.0
10	5.01	123.2	58.0	1.0181	116.0
Average				1.0576	116.20
Probable error				0.0110	1.89

IDENTIF # : 26 SAMPLE # : PE5N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad : 5 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:OFT : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	130.5	57.0	1.0784	114.0
2	5.01	128.0	60.0	1.0577	120.0
3	5.01	109.5	64.0	0.9049	128.0
4	5.01	128.0	68.0	1.0577	136.0
5	5.01	128.0	70.0	1.0577	140.0
6	5.01	122.0	59.0	1.0081	118.0
7	5.01	118.0	69.0	0.9751	138.0
8	5.01	113.0	59.0	0.9338	118.0
9	5.01	131.0	68.0	1.0825	136.0
10	5.01	141.0	61.0	1.1652	122.0
Average				1.0321	127.00
Probable error				0.0165	2.08

IDENTIF # : 27 SAMPLE # : PE10N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C : 25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP:
 THICNS MES:OFT : N2 REPLAC :PRES ROL
 : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	117.0	54.0	0.9668	108.0
2	5.01	128.6	52.0	1.0627	104.0
3	5.01	128.0	63.0	1.0577	126.0
4	5.01	129.8	51.0	1.0726	102.0
5	5.01	130.0	51.0	1.0743	102.0
6	5.01	132.0	54.0	1.0908	108.0
7	5.01	127.3	52.0	1.0519	104.0
8	5.01	126.8	53.0	1.0478	106.0
9	5.01	118.0	51.0	0.9751	102.0
10	5.01	136.2	57.0	1.1255	114.0
Average				1.0525	107.60
Probable error				0.0103	1.59

IDENTIF # : 28 SAMPLE # : PE20N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :20 IRR TMP C : 25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 22 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP:
 THICNS MES:OFT : N2 REPLAC :PRES ROL
 : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	124.2	51.0	1.0263	102.0
2	5.01	113.0	56.0	0.9338	112.0
3	5.01	114.2	58.0	0.9437	116.0
4	5.01	131.0	62.0	1.0825	124.0
5	5.01	149.2	60.0	1.2329	120.0
6	5.01	115.2	53.0	0.9520	106.0
7	5.01	128.5	61.0	1.0619	122.0
8	5.01	122.8	67.0	1.0148	134.0
9	5.01	112.0	49.0	0.9255	98.0
10	5.01	132.0	52.0	1.0908	104.0
Average				1.0264	113.80
Probable error				0.0204	2.43

IDENTIF # : 29 SAMPLE # : PE30N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad : 30 IRR TMP C : 25 ACC MV : 1.5
 BEAM μ A : 50 SCAN cm : 30 CONV m/s : 0.48
 CONV SPN M: 62 TMP MEAS : 22 IRR ATMMPH : NITROGEN
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC : PRES ROL
 THICNS MES:OFT : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	134.0	47.0	1.1073	94.0
2	5.01	133.0	51.0	1.0990	102.0
3	5.01	144.0	59.0	1.1899	118.0
4	5.01	137.0	54.0	1.1321	108.0
5	5.01	136.0	57.0	1.1238	114.0
6	5.01	128.5	51.0	1.0619	102.0
7	5.01	126.0	55.0	1.0412	110.0
8	5.01	129.7	56.0	1.0718	112.0
9	5.01	124.0	49.0	1.0247	98.0
10	5.01	128.6	47.0	1.0627	94.0
Average				1.0914	105.20
Probable error				0.0105	1.80

IDENTIF # : 30 SAMPLE # : PE-O NR OF MEAS:20
 DOSE Mrad : 0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS : 70 IRR ATMMPH :
 HT-SHRK# : H-SHRK TMP: N2 REPLAC :
 THICNS MES:JBI=OFT : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	74.2	81.0	0.6132	162.0
2	4.80	87.0	83.0	0.7504	166.0
3	5.14	74.8	79.5	0.6025	159.0
4	4.89	70.4	80.5	0.5960	161.0
5	4.96	75.0	87.0	0.6260	174.0
6	5.02	75.0	69.5	0.6185	139.0
7	4.90	84.2	68.0	0.7114	136.0
8	5.00	79.2	91.5	0.6558	183.0
9	4.92	61.2	63.5	0.5150	127.0
10	4.95	70.5	72.0	0.5896	144.0
11	5.01	75.4	83.5	0.6231	167.0
12	5.10	77.2	80.5	0.6267	161.0
13	4.84	82.8	83.0	0.7082	166.0
14	4.93	78.0	74.0	0.6550	148.0
15	4.70	70.2	78.0	0.6184	156.0
16	4.84	73.4	77.5	0.6278	155.0
17	4.86	74.0	81.0	0.6304	162.0
18	4.86	71.0	83.0	0.6048	166.0
19	5.05	82.0	82.0	0.6722	164.0
20	5.02	92.2	90.0	0.7604	180.0
Average				0.6403	158.80
Probable error				0.0087	2.14

IDENTIF # : 31 SAMPLE # :PE10N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 70 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:OFT :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.90	86.8	76.0	0.7334	152.0
2	4.89	80.0	86.0	0.6773	172.0
3	4.84	84.8	94.0	0.7254	188.0
4	4.96	68.0	76.0	0.5676	152.0
5	4.89	67.2	68.0	0.5689	136.0
6	4.72	81.2	94.0	0.7122	188.0
7	5.00	76.8	85.0	0.6359	170.0
8	4.89	74.2	78.0	0.6282	156.0
9	4.96	70.4	64.0	0.5876	128.0
10	4.97	77.8	79.0	0.6481	158.0
Average				0.6485	160.00
Probable error				0.0133	4.24

IDENTIF # : 32 SAMPLE # :PE30N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :30 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 70 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:OFT :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.92	73.0	68.0	0.6143	136.0
2	5.03	67.0	60.0	0.5515	120.0
3	5.13	73.8	55.0	0.5956	110.0
4	4.99	67.4	54.0	0.5592	108.0
5	5.09	74.0	57.0	0.6019	114.0
6	4.98	68.8	50.0	0.5720	100.0
7	5.00	73.8	71.0	0.6111	142.0
8	4.56	74.0	60.0	0.6718	120.0
9	5.02	75.8	61.0	0.6251	122.0
10	4.97	65.5	47.0	0.5456	94.0
Average				0.5948	116.60
Probable error				0.0083	3.16

IDENTIF # : 33
 DOSE Mrad :0
 BEAM μ A :
 CONV SPN M:
 HT-SHRK# :
 THICNS MES:JBI=OFT

SAMPLE # :PE-O
 IRR TMP C :
 SCAN cm :
 TMP MEAS :100
 H-SHRK TMP:
 :

NR OF MEAS:19
 ACC MV :
 CONV m/s :
 IRR ATMPH :
 N2 REPLAC :no
 :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.01	34.2	136.0	0.2826	272.0
2	4.84	26.2	94.0	0.2241	188.0
3	5.05	34.0	144.0	0.2787	288.0
4	4.94	30.5	127.0	0.2556	254.0
5	4.96	29.2	124.0	0.2437	248.0
6	5.08	29.5	130.0	0.2404	260.0
7	4.74	28.0	119.0	0.2446	238.0
8	5.05	33.0	133.0	0.2705	266.0
9	5.02	33.4	127.0	0.2755	254.0
10	4.77	29.0	109.0	0.2517	218.0
11	5.03	37.5	136.0	0.3086	272.0
12	4.85	32.0	122.0	0.2732	244.0
13	4.94	34.2	125.0	0.2866	250.0
14	4.84	32.2	136.0	0.2754	272.0
15	5.10	29.0	113.0	0.2354	226.0
16	4.77	30.2	128.5	0.2621	257.0
17	4.89	30.2	123.5	0.2557	247.0
18	4.79	29.0	123.5	0.2506	247.0
19	4.99	32.5	137.0	0.2696	274.0
Average			0.2624	251.32	
Probable error			0.0032	3.56	

IDENTIF # : 34
 DOSE Mrad :10
 BEAM μ A :50
 CONV SPN M:62
 HT-SHRK# :
 THICNS MES:OFT

SAMPLE # :PE10N
 IRR TMP C :25
 SCAN cm :30
 TMP MEAS :100
 H-SHRK TMP:
 :

NR OF MEAS:10
 ACC MV :1.5
 CONV m/s :0.48
 IRR ATMPH :NITROGEN
 N2 REPLAC :PRES ROL
 :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.04	30.2	122.0	0.2481	244.0
2	4.99	32.8	117.0	0.2721	234.0
3	4.93	27.5	114.0	0.2309	228.0
4	5.02	28.0	120.0	0.2309	240.0
5	5.06	30.0	112.5	0.2455	225.0
6	5.00	29.8	112.0	0.2467	224.0
7	4.91	36.8	126.0	0.3103	252.0
8	5.12	32.6	126.5	0.2636	253.0
9	4.86	32.2	124.0	0.2743	248.0
10	4.98	32.8	119.0	0.2727	238.0
Average			0.2595	238.60	
Probable error			0.0052	2.29	

IDENTIF # : 35 SAMPLE # :PE30N NR OF MEAS:10
 DOSE Mrad :30 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS :100 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# : N2 REPLAC :PRES ROL
 THICNS MES:OFT :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.02	29.0	64.0	0.2392	128.0
2	4.81	23.5	55.0	0.2023	110.0
3	4.95	27.2	65.0	0.2275	130.0
4	4.81	24.0	54.0	0.2066	108.0
5	4.97	31.0	56.5	0.2582	113.0
6	5.02	27.0	63.0	0.2227	126.0
7	4.88	32.2	65.0	0.2732	130.0
8	4.93	32.0	64.0	0.2687	128.0
9	5.02	28.0	66.0	0.2309	132.0
10	5.05	28.0	62.0	0.2295	124.0
Average				0.2359	122.90
Probable error				0.0052	1.92

IDENTIF # : 36 SAMPLE # :PE-0 NR OF MEAS:13
 DOSE Mrad : 0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS : 70 IRR ATMPH :
 HT-SHRK# : N2 REPLAC :no
 THICNS MES:JBI=OFT :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.04	76.0	72.5	0.6243	145.0
2	5.04	77.8	78.5	0.6391	157.0
3	4.98	76.0	77.0	0.6318	154.0
4	4.86	71.2	67.2	0.6065	134.4
5	5.10	78.0	72.8	0.6332	145.6
6	4.97	66.2	66.0	0.5514	132.0
7	5.00	67.2	67.2	0.5564	134.4
8	5.16	70.4	70.8	0.5648	141.6
9	4.89	74.0	74.5	0.6265	149.0
10	4.95	74.0	76.2	0.6189	152.4
11	5.01	74.6	59.2	0.6165	118.4
12	5.06	75.5	79.5	0.6177	159.0
13	5.03	87.0	75.0	0.7161	150.0
Average				0.6156	144.06
Probable error				0.0080	2.17

IDENTIF # : 37 SAMPLE # :PE-O NR OF MEAS:14
 DOSE Mrad : 0 IRR TMP C : ACC MV :
 BEAM μ A : SCAN cm : CONV m/s :
 CONV SPN M: TMP MEAS : 70 IRR ATMPH :
 HT-SHRK# : 2 H-SHRK TMP:70 N2 REPLAC :no
 THICNS MES:JBI=OFT : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	4.97	83.5	85.0	0.6956	170.0
2	5.27	91.5	77.0	0.7188	154.0
3	4.93	86.0	78.2	0.7222	156.4
4	4.97	86.2	66.8	0.7180	133.6
5	5.04	89.2	69.2	0.7327	138.4
6	4.96	87.5	68.0	0.7303	136.0
7	5.18	90.0	70.0	0.7193	140.0
8	4.92	90.5	68.5	0.7615	137.0
9	5.00	95.8	71.0	0.7932	142.0
10	4.99	92.0	64.3	0.7633	128.6
11	5.00	83.0	75.0	0.6872	150.0
12	5.09	92.3	83.0	0.7507	166.0
13	4.99	81.0	72.5	0.6720	145.0
14	4.92	84.0	73.8	0.7068	147.6
Average				0.7266	146.04
Probable error				0.0059	2.19

IDENTIF # : 38 SAMPLE # :PE10N NR OF MEAS:12
 DOSE Mrad :10 IRR TMP C :25 ACC MV :1.5
 BEAM μ A :50 SCAN cm :30 CONV m/s :0.48
 CONV SPN M:62 TMP MEAS : 70 IRR ATMPH :NITROGEN
 HT-SHRK# :30 H-SHRK TMP:70 N2 REPLAC :EVAC TANK
 THICNS MES:JBI : :

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.13	81.0	72.2	0.6537	144.4
2	5.10	78.2	55.5	0.6348	111.0
3	5.10	80.0	67.0	0.6494	134.0
4	5.06	77.5	63.0	0.6341	126.0
5	5.11	88.8	75.0	0.7194	150.0
6	5.06	83.0	63.6	0.6791	127.2
7	5.05	81.0	55.0	0.6640	110.0
8	5.09	81.0	68.0	0.6588	136.0
9	4.97	86.0	64.2	0.7164	128.4
10	5.09	79.2	72.2	0.6442	144.4
11	5.05	78.0	58.0	0.6394	116.0
12	5.01	77.5	63.2	0.6404	126.4
Average				0.6612	129.48
Probable error				0.0057	2.53

IDENTIF # : 39	SAMPLE # : PE30N	NR OF MEAS: 12
DOSE Mrad : 30	IRR TMP C : 25	ACC MV : 1.5
BEAM MA : 50	SCAN cm : 30	CONV m/s : 0.48
CONV SPN M: 62	TMP MEAS : 70	IRR ATM PH : NITROGEN
HT-SHRK# : 19 & 20	H-SHRK TMP: 70	N2 REPLAC : EVAC TANK
THICKNS MES: JBI	:	:

RUN	THICK(mm)	L(mm)	Lo(mm)	STRENGTH	ELONG at BK
1	5.08	85.8	53.0	0.6992	106.0
2	5.09	76.2	50.0	0.6198	100.0
3	5.08	82.2	53.8	0.6699	107.6
4	5.09	82.2	48.5	0.6686	97.0
5	5.06	84.0	54.0	0.6873	108.0
6	5.01	79.2	49.0	0.6545	98.0
7	5.05	78.2	42.0	0.6411	84.0
8	5.10	81.0	50.2	0.6575	100.4
9	4.94	80.0	45.5	0.6704	91.0
10	5.06	80.5	51.2	0.6586	102.4
11	5.11	86.2	48.5	0.6984	97.0
12	5.12	80.5	44.2	0.6509	88.4
Average				0.6647	98.32
Probable error				0.0045	1.46

[NOTE]

CONV SPAN M: Conveyer span in cm

HT-SHRK # : Run number of heat shrink test

HICKNS MES: The stage at which measurement of thickness of the specimens were made; JBI means that the measurement was carried out just before irradiation after nitrogen replacement; OFT means that the measurement was done on original foam specimens.

TMP MEAS : The temperature at which strength and elongation were measured in °C

H-SHRK TMP: The temperature at which the foam was heated for heat shrinkage in °C

CONV m/s : Conveyer speed in m/sec

IRRN ATM : Irradiation atmosphere; nitrogen or air

N2 REPLAC: Method of nitrogen replacement; EVAC TANK means that foam was evacuated in an autoclave and then nitrogen was introduced in the tank. PRES ROL means that foam was forced to repeated cycles of compression and expansion in a plastic bag containing nitrogen by rollers.

Probable error is calculated by

$$0.674 \times \sqrt{\left\{ \sum (X_i - X_a)^2 / (N(N-1)) \right\}},$$

where X_i , X_a , and N are observed value, average, and number of measurements, respectively.

付録 2 ゲル分率測定データ

ID# 1 SAMPLE#:PE-O
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.4840	3.9890	3.8118	56.357
2	3.6424	4.1258	3.9403	52.271
3	2.0238	2.4880	2.3237	55.977
4	2.1113	2.5916	2.4117	53.413
5	3.4580	3.9242	3.7336	49.150
6	3.4557	3.9032	3.7428	55.419
Average:				53.764
Probavle error:				0.7586

ID# 2 SAMPLE#:PE1N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2432	3.6048	3.4667	52.498
2	3.2552	3.6378	3.4912	52.342
3	3.2312	3.5722	3.4394	51.562
Average:				52.134
Probavle error:				0.1953

ID# 3 SAMPLE#:PE5N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2363	3.6930	3.5338	56.643
2	3.2038	3.6160	3.4712	56.308
3	3.2516	3.6720	3.5208	55.267
Average:				56.073
Probavle error:				0.2794

ID# 4 SAMPLE#:PE1ON
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.3118	3.7118	3.5953	63.775
2	3.2762	3.6607	3.5460	62.897
3	3.1147	3.5172	3.4032	64.772
Average:				63.815
Probavle error:				0.3652

ID# 5 SAMPLE#:PE20N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2228	3.6652	3.5692	73.010
2	3.1672	3.5324	3.4515	72.448
3	3.1981	3.6392	3.5382	71.521
Average:				72.326
Probavle error:				0.2927

ID# 6 SAMPLE#:PE30N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2324	3.6238	3.5562	78.518
2	3.1422	3.5387	3.4732	79.453
3	3.2352	3.6552	3.5800	77.730
Average:				78.567
Probavle error:				0.3356

ID# 7 SAMPLE#:PE1A
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2648	3.6223	3.4818	51.119
2	3.2093	3.6228	3.4680	53.437
3	3.2638	3.6542	3.4930	48.643
Average:				51.066
Probavle error:				0.9329

ID# 8 SAMPLE#:PE5A
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2368	3.7098	3.5588	60.294
2	3.2327	3.6094	3.4912	60.973
3	3.1642	3.6378	3.4978	63.233
Average:				61.500
Probavle error:				0.5988

ID# 9 SAMPLE#:PE10A
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.9617	3.3882	3.2418	57.306
2	3.1886	3.6096	3.4652	57.339
3	3.1282	3.5274	3.3938	58.375
Average:				57.673
Probavle error:				0.2364

ID# 10 SAMPLE#:PE20A
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.2997	3.8258	3.7150	73.805
2	3.2678	3.7476	3.6596	77.188
3	2.9858	3.3918	3.2946	70.223
Average:				73.739
Probavle error:				1.3554

ID# 11 SAMPLE#:PE30A
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.9063	3.3353	3.0782	25.460
2	2.7400	3.1687	2.9002	22.101
3	3.1568	3.5828	3.3636	36.001
Average:				27.854
Probavle error:				2.8223

ID# 12 SAMPLE#:EV-O
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.0382	3.4378	3.3030	58.043
2	3.0444	3.4467	3.3100	57.737
3	3.0492	3.4593	3.3401	63.848
Average:				59.876
Probavle error:				1.3400

ID# 13 SAMPLE#:EV5N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	3.0278	3.4097	3.3021	64.957
2	2.9660	3.3828	3.2678	65.683
3	2.9385	3.3998	3.2857	69.236
Average:				66.625
Probavle error:				0.8911

ID# 14 SAMPLE#:EV10N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.9402	3.3338	3.2518	74.088
2	2.9992	3.3762	3.2851	69.945
3	3.0560	3.4362	3.3478	71.081
Average:				71.705
Probavle error:				0.8331

ID# 15 SAMPLE#:EV20N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.9727	3.3788	3.3361	86.922
2	2.9202	3.3133	3.2712	86.679
3	2.9522	3.3992	3.3492	86.088
Average:				86.563
Probavle error:				0.1671

ID# 16 SAMPLE#:PE-O
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.8821	3.3078	3.1170	44.253
2	3.0062	3.4152	3.2450	48.242
3	2.9688	3.4000	3.2296	50.849
Average:				47.781
Probavle error:				1.2926

ID# 17 SAMPLE#:PE-O
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):70

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.8363	3.1268	3.0075	48.922
2	2.8427	3.1650	3.0351	49.871
3	2.8078	3.1100	2.9977	53.780
Average:				50.857
Probavle error:				1.0021

ID# 18 SAMPLE#:PE10N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):70

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.8335	3.1381	3.0614	68.681
2	2.7941	3.1127	3.0408	71.931
3	2.8460	3.1434	3.0690	68.885
Average:				69.832
Probavle error:				0.7084

ID# 19 SAMPLE#:PE30N
 MEAS TEMP(C): *HT SHRNK TEMP(C):70

run	Wn(g)	W1(g)	W2(g)	Gel(%)
1	2.8558	3.1400	3.0892	77.768
2	3.0678	3.3675	3.3238	81.864
3	2.9708	3.3058	3.2483	78.652
Average:				79.428
Probavle error:				0.8389

付録 3 寸法安定性測定データ

ID# 1 SAMPLE#:PE-O
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	98.6	98.6	98.6	99.1	99.1	99.1
2	98.1	98.1	98.1	100.0	100.0	100.0
3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8
AVERAGE: 99.289 mm						

ID# 2 SAMPLE#:PE-O
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	88.0	88.0	87.9	86.6	85.9	86.7
2	83.8	86.0	85.0	78.3	79.3	80.6
3	78.8	77.9	77.6	84.1	85.1	83.4
AVERAGE: 83.500 mm						

ID# 3 SAMPLE#:PE10N
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	99.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
AVERAGE: 99.978 mm						

ID# 4 SAMPLE#:PE10N
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	87.4	86.5	85.9	91.1	90.2	89.9
2	90.0	87.8	88.6	91.5	91.3	90.0
3	87.3	84.6	77.9	70.1	72.8	75.7
AVERAGE: 85.478 mm						

ID# 5 SAMPLE#:PE20N
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	100.0	100.0	99.8	100.0	100.0	100.0
3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
AVERAGE: 99.989 mm						

ID# 6 SAMPLE#:PE20N
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	92.3	93.2	93.5	88.5	90.5	92.0
2	92.9	92.8	93.0	92.8	91.7	92.5
3	92.5	92.0	92.1	93.9	93.9	95.5
AVERAGE: 92.533 mm						

ID# 7 SAMPLE#:PE30N
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
AVERAGE: 100.000 mm						

ID# 8 SAMPLE#:PE30N
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	93.1	93.4	93.1	91.6	92.8	93.2
2	92.7	92.0	91.3	89.9	90.1	91.1
3	92.2	91.7	91.9	91.6	88.7	87.8
AVERAGE: 91.567 mm						

ID# 9 SAMPLE#:PE10N
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	74.8	77.0	83.1	83.0	75.0	72.5
2	83.4	83.9	83.8	86.9	90.7	90.6
3	90.8	91.1	90.2	95.0	94.8	91.7
AVERAGE: 85.461 mm						

ID# 10 SAMPLE#:PE10N
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0
AVERAGE: 99.989 mm						

ID# 11 SAMPLE#:PE-O-A
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	78.3	82.1	80.7	86.5	88.1	86.1
2	82.1	82.2	81.0	88.7	89.8	88.7
AVERAGE:	84.525 mm					

ID# 12 SAMPLE#:PE10A
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	91.4	90.6	91.9	91.9	89.0	88.2
2	91.0	91.4	92.3	90.5	89.1	90.4
3	94.0	93.3	94.0	93.0	93.2	95.1
AVERAGE:	91.683 mm					

ID# 13 SAMPLE#:EV10N
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	97.1	97.5	97.9	98.7	98.7	98.9
2	98.0	98.0	98.0	98.7	98.7	99.0
3	98.7	97.4	97.3	98.8	99.0	99.4
AVERAGE:	98.322 mm					

ID# 14 SAMPLE#:EV10N
 *HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	88.6	86.3	84.0	82.0	85.4	90.5
2	87.4	90.6	88.7	90.2	91.2	91.2
3	85.4	87.0	88.1	87.2	87.3	86.4
AVERAGE:	87.639 mm					

ID# 15 SAMPLE#:EV-O
 *HT SHRNK TEMP(C): 70

RUN	LENGTH(mm)					
1	97.3	97.4	97.2	98.6	98.5	98.6
2	97.9	97.8	97.8	96.3	96.2	97.6
3	97.1	97.2	97.6	97.7	97.7	97.9
AVERAGE:	97.578 mm					

ID# 16 SAMPLE#:EV-O
*HT SHRNK TEMP(C): 110

RUN	LENGTH(mm)					
1	88.6	88.0	87.8	87.7	86.4	86.4
2	87.6	85.3	84.3	76.7	78.6	83.6
3	65.2	66.2	66.7	67.1	69.0	68.8
AVERAGE: 79.111 mm						