乾性油に対する放射線照射効果 UDC 539.12.044 : 667.621.424

Effects of ionizing radiations on drying oils

大 段 康 治*

OHDAN Kōji

高エネルギー放射線の照射による放射線化学反応の応用は、近年、合成高分子化合物に対して非常に多く試みられているが、天然の動植物油脂についても、幾つかの文献によって知られるように、放射線照射の検討が行なわれている。天然油脂に対する放射線照射は、塗料等の工業における問題としてばかりでなく、食品保存の目的に放射線照射を応用する場合の問題としても関心を持たれている事柄であつて、その立場に立つての研究もかなり行なわれている。

1. 放射線照射による乾性油の性状の変化

天然の油脂に放射線を照射した場合に生じる性状の変化は、はなはだ多様であり、その中には塗料等の原料として興味のあるものも含まれている。これらの変化は、たとえば重合、酸化あるいは異性化のように、脂肪酸基の部分における構造に影響を及ぼすようなものが著しいが、同時にエステル結合の部分での反応も幾らか生じている。

植物性乾性油のうち、塗料用として用いられている代表的なものとして、大豆油、アマニ油およびキリ油をとってみても、それらの脂肪酸組成はおのおのについて特有のものであり、したがって、放射線によりひき起こされる変化もかなり異なっている。D. F. Koenecke¹⁾は、これら3種類の植物油にガンマ線を照射し、二、三の性質を調べて表-1のような結果を得ている。

外見上の最も著しい変化は、どの乾性油の場合にも色数が非常に小さくなることで、大豆油やアマニ油の場合には、20 Mrep 以下の照射でほとんど無色に近いところまで脱色される。粘度の上昇は、重合反応が起こっていることを示すもので、どの油の場合にもみられるが、特に著しいのはキリ油であつて、これに大線量の放射線を照射すると、急速な粘度上昇を示すと共に、ついには白色の沈殿を生じるようになる。屈折率は、乾性油の不飽和度あるいは特にその共役性を示すもので、大豆油およ

表-1 ガンマ線を照射した大豆油、アマニ油およびキリ油の性質の変化

測定項目	乾性油の種類	照射線量 (Mrep)			
		0	30	60	90
屈折率(20°C)	大豆油	1.4744	1.4754	1.4762	1.4762
	アマニ油	1.4806	1.4819	1.4827	1.4835
	キリ油	1.5201	1.5194	1.5187	1.5179
色数 (ガードナー)	大豆油	4	1	1	1
	アマニ油	6	1	1	1
	キリ油	6~7	4	4	—
粘度 (25°C, ポイズ)	大豆油	0.55	0.65	0.85	1.0
	アマニ油	0.44	0.6	0.8	1.2
	キリ油	3.0	5.9	16.7	36.2

表-2 ガンマ線を照射したアマニ油の性質の変化

測定項目	照射線量 (Mrep)		
	0	30	90
ヨウ素価	184.9	175.4	175.5
酸価	0.23	2.96	3.91
透電恒数	3.21	3.10	3.18
力率	0.0026	0.0036	0.0107
空気中での重合増加	1.00	1.30	1.56

びアマニ油では照射によって上昇するが、キリ油では逆に低下する。D. F. Koenecke は、また、被照射アマニ油について、この他の若干の性質を調べ、表-2 に示す結果を得ている。

ヨウ素価は照射により低下していて不飽和度の減少を示している。また、酸価は照射により増加していて、遊離酸が生成したことを示しており、力率の増大と対応する傾向をみせている。空気中での重量増加は、試料のアマニ油を含ませた口紙を、温度 23±1°C、湿度 50±2% の空気中に置いて乾燥させたときの重量増加の割合を比較したもので、この実験結果は、不飽和結合が新しく生成したことを示している。

昭 37. 10. 17 受理

* 関西ペイント株式会社

の不飽和度はあまり変化していないとしても、化学的には著しく活性になっていること、すなわち共役二重結合が増加したことを示すもので、屈折率が增大することと一致した傾向である。

キリ油に大線量のガンマ線を照射した場合に、白色の沈殿を生成することは、熱重合の場合に速かにゲル化するのと比べて著しく異なる点で、J. Greenfield²⁾ もキリ油に約 128 Mr のガンマ線を照射して白色の粉末を得ている。J. Greenfield はまた、キリ油に電子線を照射して二、三の性質を調べ、表-3 に示す結果を得ている。

表-3 電子線を照射したキリ油の諸性質

照射線量 (Mrep)	ヨウ素価	酸価	α -酸 (%)	β -酸 (%)	外 観
0	—	1.2	76.95	2.45	透 明
1	—	1.2	74.96	4.47	透 明
2	165	1.3	—	—	透 明
4	161	1.2	60.30	12.82	透 明
8	157	1.0	24.53	37.51	軽い濁り
16	157	0.8	17.55	38.55	白色ペースト状
24	153	0.7	—	—	白色ペースト状
32 $\frac{1}{2}$	—	—	6.17	19.68	ゴム状、塑性あり

また、D. F. Rushman³⁾ は、アマニ油、大豆油およびイワシ油を Harwell の BEPO (天然ウラン形原子炉) で照射して重合させたものと、普通の熱重合によるスタンダード油とを比較して、表-4 のような測定結果を示している。

表-4 乾性油の放射線重合と熱重合の比較

試 料	粘度 25°C (ポイズ)	ヨウ素価 (ウイス法)	酸価	ヒドロキシル 価	乾燥時間
照射アマニ油 A	5	157	7.0	14	1 $\frac{1}{2}$
照射アマニ油 B	24	155	5.7	7	4
熱重合アマニ油 I	8	120	8.8	4.5	6
熱重合アマニ油 II	20	119	10	—	6
照 射 大 豆 油	13.5	123	8.4	16	3
熱 重 合 大 豆 油	13	92	19	7	30 _(粘着性)
熱重合アマニ油	15	120	14	—	4 $\frac{1}{2}$
照 射 イ ワ シ 油	14	181	1.3	12.6	2
熱重合イワシ油	14	120	5	2	6

この実験に用いられたアマニ油、大豆油およびイワシ油の未処理の場合のヨウ素価は、それぞれ 171, 131 または 204 であって、熱重合させたものと比べると、粘度が同じ位であっても、放射線照射で重合させたものの方が、ヨウ素価の低下の割合がはるかに小さいということ

がわかる。また、遊離酸の生成は放射線照射によるものの方が少ないが、ヒドロキシル価は熱重合のものの方が小さくなる。

このように、ヨウ素価の比較的高い乾性油の場合には、放射線照射により多少のヨウ素価低下がみられるが、さらにヨウ素価の低い半乾性油あるいは不乾性油の場合には、わずかではあるが逆に上昇がみられる。たとえば、H. Lück ら⁴⁾は、オレイン酸エチル、オリーブ油 およびブタ脂肪に電子線照射を行ない、10⁸ rad の照射線量で、ヨウ素価 80.2, 82.5 または 49.8 からそれぞれ 81.3, 84.2 または 50.7 に上昇したことを認めている。

2. 乾性油の化学構造に対する放射線照射の影響

乾性油に放射線を照射した場合に生じる前記のような性状の変化は、主としてそれらの乾性油の脂肪酸基の部分の持つ二重結合に生じる変化にもとづくものと思われるが、このことは紫外部または赤外部の吸収スペクトルを求めることによって確かめられる。たとえば、J. B. Lavigne⁵⁾ は二、三の乾性油の放射線照射による脱色について研究し、その際、紅花油に電子線を照射した場合に可視部において 400-500 m μ の吸収が減少し、紫外部において 233-4 μ m の吸収が増加することを認めている。波長 233-4 μ m での吸収は、共役二重結合の存在を示すもので、大豆油およびアマニ油の場合にも放射線照射による増加がみられるが、他方、キリ油の場合には、250 m μ と 280 m μ 間にある 3 つの吸収のピークが、放射線照射により明らかに低下を示す¹⁾。

乾性油に放射線を照射することにより、赤外部の吸収スペクトルにも変化が生じるが、大豆油およびアマニ油の場合にはあまり著しいものではない。アマニ油の場合には、未照射のものでも 10 μ と 10.5 μ との間にわずかに吸収があり、これは未照射のキリ油がこの範囲に 2 つの鋭い吸収のピークを持っているのに対応しているが、90 Mr のガンマ線を照射すると、この部分の吸収がやや著しくなる。また、大豆油の場合にも、照射前にはほとんど吸収のみられなかったこの部分に、照射後は新たに吸収がみられるようになる。この吸収帯の 2 つのピークの中、10.3 μ の方はトランス形の二重結合によるもの、また、10.1 μ の吸収はトランスとシスの組み合わせられた共役構造によるものと考えられている。

未照射キリ油には、この他、13 μ と 14 μ の間にもかなり強い吸収があり、これはシス形の二重結合と末端メチレン基とによるものと考えられ、特に 13.9 μ の吸収が後者を示すものと思われるが、キリ油のガンマ線照射

により、シス形二重結合を示す吸収のピークが著しく小さくなっている。

大豆油およびアマニ油の場合には、照射前の二重結合はシス形の方が多いが、照射により異性化して共役構造になったり、あるいは新しく二重結合が生成する場合には、トランス形の二重結合の割合が多くなる。これに反し、キリ油の場合には、重合の進行にともない、トランス形とシス形とが並行して消滅してゆくものと考えられる。乾性油がゲル化するのは、二重結合の共役性とトランス形構造とによるものなので、大豆油やアマニ油でもこれに大線量の放射線を照射すると、遂にはゲル化するものと推考している。

不飽和脂肪酸あるいはそのエステル類や塩に高エネルギー放射線を照射した際に起こる重要な変化の一つは、シス形からトランス形異性体への異性化である。この異性化反応は、不飽和脂肪酸を適当な触媒と共に加熱した場合、酸化反応の場合あるいは接触的に部分水素添加をする場合に起こるものであることはよく知られており、また、H. Kühn ら⁶⁾がオレイン酸エチルについて研究したように、紫外線照射によっても起こるのであって、高エネルギー放射線照射に特有な反応ではない。

オレイン酸の放射線照射によるトランス異性化については、Huo-Ping Pan ら⁷⁾により、詳細な研究の結果が報告されている。オレイン酸の二重結合はシス形であり、トランス形のものはエライジン酸と呼ばれるが、エライジン酸の赤外線吸収スペクトルは、波数 933 cm^{-1} ($10.72\text{ }\mu$) と 966 cm^{-1} ($10.35\text{ }\mu$) とに吸収のピークがあり、その中、 933 cm^{-1} の方はオレイン酸にもみられる。オレイン酸に陰極線を照射すると、 966 cm^{-1} の位置の吸収が新しく生じてくるので、その深さを求めることによってエライジン酸を定量することができる。Huo-Ping Pan らの実験で、ヨウ素価 89.2 のオレイン酸に陰極線を照射した場合、線量 $45 \times 10^6\text{ rep}$ および $70 \times 10^6\text{ rep}$ でそれぞれ 2.5% または 9.4% がトランス異性化し、ヨウ素価 89.8 のオレイン酸の場合には、 $187.4 \times 10^3\text{ rep}$ および $401.6 \times 10^3\text{ rep}$ の照射でそれぞれ 4.9% または 14.6% が異性化したに過ぎなかったことからみて、高エネルギー放射線照射による異性化に対しては、不純物の影響がかなり大きいということがわかる。また、異性化反応に対しては、空気の影響は無関係なようであり、この点では紫外線照射による異性化とは異なっている。

乾性油が酸素と接触した場合に生じる酸化反応に対しても、放射線照射は影響を及ぼす。この酸化反応は、不飽和脂肪酸基についてはもちろん、飽和脂肪酸基についても生じるのであって、たとえば、K. Täufel ら⁸⁾は、

種々の飽和脂肪酸にガンマ線を照射して、カルボニル基の生成について研究を行なった。彼らは、その実験において、照射線量 $1.5 \times 10^6\text{ r}$ の場合、炭素数 4 ないし 10 個の液体脂肪酸について特に著しいカルボニル化合物の生成を認めており、また、カルボニル基の生成には酸素の存在が必要なことや、水の存在によって加速されることを確かめている。

L. R. Dugan ら⁹⁾は、オレイン酸およびオレイン酸メチルのガンマ線照射による酸化反応について検討している。光やガンマ線の照射がオレイン酸の酸化反応を促進する効果を持つことは、暗所で酸素を接触しただけではわずかな変化しか生じないことからみて明らかである。 20°C で酸素を吹込みながらガンマ線を照射したオレイン酸について過酸化価を測定した結果では、照射線量約 $2.6 \times 10^7\text{ r}$ で $1229(\text{me/kg})$ となり、これはオレイン酸の 19.3% がモノヒドロパーオキシドオレイン酸に変化したことを示しているが、照射線量を更に増すと、この値がなお上昇する傾向がみられる。しかし、その場合、二次的生成物が急激に増加するらしいことが、カルボニル価を測定した結果から推定される。また、 α, β -不飽和カルボニルの量は、 $224\text{ m}\mu$ での紫外線吸収率を測定することによって求められるが、照射の初期にわずかに増加し、それ以上線量を増してもほとんど一定である。

オレイン酸に対する酸素吹込みとガンマ線照射による過酸化物生成量は、一定線量率の下では照射時間に応じて増加してゆくが、ある程度以上の線量率では、全照射線量よりもむしろ照射時間によって強く影響される。たとえば、線量率 118 r/sec で照射しても、 33 r/sec で照射した場合と比べて、照射時間が等しければ、線量率の差に対応するほど多量の過酸化物生成がみられない。また、オレイン酸メチルについて実験した結果によると照射時の温度も過酸化物の生成速度に関係し、 29°C で照射した場合には、 7.5°C で照射した場合と比べて 2 倍近い割合で過酸化物価の上昇することが認められている。

L. R. Dugan ら¹⁰⁾は、このような酸化反応がオレイン基酸のどの位置で起こるかということについての研究も行ない、この反応の生成物が 8, 9, 10 および 11-ヒドロパーオキシドオレイン酸の混合物であることを、また、その量は、 $10 > 11 > 9 > 8$ の順になっていることをクロマトグラフィーによる分離の結果認めている。さらに、 56°C でガンマ線照射を行なった場合には、炭素数 8 または 9 の一塩基酸や二塩基酸の生成することも認めているが、しかし、全般的にみると、オレイン酸については、放射線照射の場合の酸化と、他の方法による酸化との間にはその生成物にあまり著しい相違はみられない。

油脂類が放射線照射を受けた際に生じる反応の位置については、H. Lück ら¹¹⁾も研究を行なっている。彼らは、2 MeV の電子線 100 Mrad を種々の脂肪酸やグリセライドに照射した後、これをメチルエステルとし、ガスクロマトグラフィーにより分離して生成物の確認を行なった。たとえば、トリパルミチンは主として中央で分裂して炭素数 8 の脂肪酸を多量に生じ、また、二重結合 1 個の不飽和脂肪酸は炭素数 15, 9, 11 のものが 1:0.3:0.1 の割合に、その他炭素数 8, 7, 6 または 7 の飽和脂肪酸も、少量ではあるがこの順序の量に生成する。オレイン酸は主として二重結合の隣の C-C 結合で切断し、リノレイン酸は二重結合に挟まれた部分で切断する。

低分子量のカルボン酸が放射線照射を受けた場合には、反応は主としてカルボキシル基と主鎖との間の結合の切断であって、炭酸ガスを発生し、炭素数の 1 個少なくなった飽和炭化水素およびその 2 倍の炭素数を持つ飽和炭化水素を残す¹²⁾。カルボン酸の炭素数が多くなるにしたがって、この部分に起こる反応の割合は次第に小さくなるが、ステアリン酸の場合でもなおかなり著しく、D. F. Rushman⁹⁾ は、種々のステアリン酸エステルについて実験を行なって、エステル結合に著しい変化が生じることを認めている。Rushman は、BEPO で放射線を照射したそれらのステアリン酸エステルの酸価とケン化価を測定し、表-5 に示す結果を得ている。

この実験結果で、ステアリン酸エステルでも放射線照射によりゲル化していることから、飽和脂肪酸の場合にも重合反応の生じることが推察される。カルボン酸の炭素鎖が長い場合には、放射線照射に対して炭化水素と類似した挙動をとるようになるといわれているが、炭化水

素の放射線化学反応については、石油化学工業とも関連して比較的多くの研究が行なわれている。たとえば、R. M. Black¹³⁾ は *n*-デカン、ワセリンおよびポリエチレンを BEPO で照射し、生成物を赤外線吸収スペクトルおよびヨウ素価測定によって調べたが、その結果、トランスビニル、ビニレンおよびビニリデンの形の二重結合の生成を認めている。また、デカンに放射線を照射した場合、放射線のエネルギー 100 eV あたり、架橋結合 8.7, 二重結合生成 3.4, 主鎖切断 3.0, 水素原子遊離 7.0, メタン生成 0.1, 合計 22.2 個の化学変化を生じるとしている。すなわち、吸収されたエネルギー 5 eV ごとに 1 個の化学変化が起こるのであって、この大きさは、原子間の結合エネルギーにほぼ匹敵する。

炭化水素に対する放射線照射による主生成物は水素であり、側鎖のある炭化水素の場合にはその切断による低分子量の炭化水素も含まれる。また、末端の 3 個の炭素原子はやや分離しやすいので、元の炭化水素より多少短くなった炭化水素も生成するのであるが、炭化水素の主鎖が非常に長い場合は、活性中心の生成する位置はほとんど不規則になってくる。

R. M. Black は、また、放射線照射によりパラフィン系炭化水素に生成した二重結合の増減について、炭素原子 20 個あたり 1 個以上の二重結合がある場合には照射によって不飽和性が低下してゆく傾向があり、それ以下の割合の場合には増加する傾向があると述べている。このことは、先に述べたように、オレイン酸エステルやオリブ油の場合に照射によるヨウ素価の増加がみられ、不飽和度の高い乾性油ではヨウ素価の低下を示すのが認められたことと傾向としては一致している。

油脂類に放射線を照射した際に生じる化学反応の機構について、特に詳細にわたって論じたものは見当たらないが、一例として、H. Lück ら¹⁴⁾は次のように述べている。すなわち、脂肪酸基の部分が電子の作用を受けるとイオン化されてカチオンを生成するが、このカチオンがさらに電子をとらえて励起された分子となり、次の式に示すように C-C 結合または C-H 結合が切断して遊離ラジカルが発生する。

油脂の場合には照射線量が大きくなると、C-C 結合よりも C-H 結合の切断の方が多くなり、したがって重合が著しくなって粘度が上昇する結果となる。

上記のようにして生成した水素原子やその他の遊離ラジカルは、次式のように、他の安定な脂肪酸基と反応し

表-5 ステアリン酸エステルの酸価とケン化価の放射線照射による変化

エス テ ル の 種 類	照 射 線 量					
	0 単位		3 単位		6 単 位	
	酸価	ケン化価	酸価	ケン化価	酸価	ケン化価
ステアリン酸メチル	0	188	4.8	166	7.1	148
ステアリン酸エチル	0	180	4.5	160	5.9	142
ステアリン酸 ノルマルプロピル	0	172	5.7	151	8.3	138
ステアリン酸イソプロピル	0	173	6.4	148	11.3	132
2 ステアリン酸 エチレンジグリコール	0	189	9.5	157	15.1	147
トリステアリン	0	190	12.1	176	ゲル化	159
4 ステアリン酸 ペンタエリスリット	0	178	9.7	168	ゲル化	160

注：照射線量 1 単位は、この場合、 10^8 r に相当する。

たり、その分子自身の中で移動する。

このような反応は、水素原子の切断の容易な CH_2 基、すなわち、二重結合に対して α 位置にある CH_2 基あるいは不飽和度の高い脂肪酸基の場合には、二重結合に挟まれて孤立し、かつ双方の二重結合により活性化された CH_2 基に対して起こりやすいものと考えられる。このように考えることにより、放射線照射による粘度の上昇が、ヨウ素価の高い乾性油ほど、概して著しいという実験事実も説明することができる。

3. 乾性油の塗料等としての実用的性質に及ぼす放射線照射効果

乾性油に対する放射線照射を、実際の製品に対する応用として試みた例は、現在まだはなはだ少なく、たとえば、リノリウムのような床張材料に放射線を照射することが、その硬度を増す方法として米国特許¹⁵⁾とされている程度である。

塗料技術の立場から、乾性油に対する放射線照射を実験室的に研究した例は、二、三列举することができる。たとえば、表-4 にかかげたように、R. F. Rushman⁸⁾は、原子炉で放射線を照射して重合させたアマニ油、大豆油およびイワン油と、同じ油を加熱重合させてスタンダード油としたものと乾燥剤を加えて乾燥速度を比較している。その結果では、同じ位の粘度の同種の重合油について比較を行なうと、放射線重合によるものの方が著しく短時間で乾燥することがわかった。

D. F. Koenecke¹⁾ も、ガンマ線を照射した大豆油、アマニ油およびキリ油について、塗料としての性質を比較している。大豆油の場合、未照射のものおよび 30 または 90 Mrep の照射を行なったものを用い、エステル交換法により同一配合で中油性のアルキド樹脂を作成した。この実験では大線量の照射を行なった大豆油を用いたときほど粘度の上昇が速く、各々の場合にほぼ等しい粘度に達したときを反応の終点としたので、エステル化反応の時間は著しく短縮されたが、得られたアルキド樹脂はやや高酸価のものになった。照射したままの大豆油はきわめて淡色であったが、アルキド樹脂にすると、ワニスの色数はどれでもほぼ等しくて、この点についての改善はできなかった。これらのアルキド樹脂のワニスは、室温での乾燥性に差がみられなかったが、10 日間の自然乾燥の後の Taber Shear 硬度の測定結果では、照射線

量の多いものから作った樹脂ほど硬度の高い塗膜が得られ、メラミン樹脂を加えて焼付け塗膜とした場合にも多少硬度の差がみられた。アマニ油についても、先に述べたように、紫外、赤外の吸収スペクトルその他の実験結果から、照射による二重結合の生成や、共役二重結合への異性化が推定されるのであるが、フェノール樹脂との油ワニスを作成した場合には、90 Mrep 照射のアマニ油を用いた場合にクッキングに際して著しい発泡が認められたこと以外には特に差異がなかった。キリ油についても、30 Mrep の照射を行なったものと未照射のものとを用いてフェノール樹脂ワニスまたはエステルガムワニスを作成して比較した。フェノール樹脂ワニスの場合、被照射キリ油はコールドカットで、未照射キリ油はクッキングにより、油長各 35 ガロン、不揮発分 60% のワニスとしたが、被照射キリ油を用いたワニスの方がはるかに粘度が高く、また乾燥時間も短かった。そのワニスの場合、物理的方法で樹脂と油の分離ができなかったことから、両成分が相互に反応しているものと考えられる。エステルガムワニスの場合は、いずれもコールドカットで油長 25 ガロン、不揮発分 60% のワニスとしたが、粘度は等しく、乾燥時間はやはり被照射キリ油を用いたものの方がかなり短かった。

放射線を照射したキリ油の塗料としての性能については、J. Greenfield²⁾ も実験を行なっている。彼は、原子炉の中性子束密度 1.7×10^{12} n/cc/sec の場所で 8 時間または 16 時間照射したキリ油ならびに 24 Mrep の電子線照射を行なったキリ油とを、未照射のものと並べてコールドカットによりエステルガムワニスとして比較した結果、ガスチェック試験や耐アルカリ試験で、被照射キリ油を用いたワニスの方がすぐれているという成績を得た。

乾性油の塗料としての性能に及ぼす放射線照射の効果について研究された例は以上の程度であって、実際に工業的な応用の行なわれた例はまだ知られていない。これは、現在では放射線のコストが非常に高く、その割合には得られる照射効果の価値が低いことによるものと考えられる。しかし、将来において、原子力産業の発展にともなって各種の照射用線源が低いコストで利用できるようになり、また、放射線化学の立場からの研究も進んで、乾性油に対する照射効果の評価が相対的に高められるようになるならば、色材工業の分野で活発な利用が行なわれるということも考えられないことではない。

文 献

- 1) D. F. Koenecke : Offic. Dig., Federation Paint & Varnish Production Clubs, 31, 1395~1417 (1959)

- 2) J. Greenfield : Am. Paint. J., 41, No. 8, 84~92 (1956)
- 3) D. F. Rushman : Fette, Seifen, Anstrichmittel, 60, 185~189 (1958)
- 4) H. Lück und R. Kohn : Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch., 110, 430~442 (1959)
- 5) J. B. Lavigne : J. Am. Oil Chemists' Soc., 35, 117~120 (1958)
- 6) H. Kühn und H. Lück : Fette, Seifen, Anstrichmittel, 61, 860~864 (1959)
- 7) Huo-Ping Pan, S. A. Goldblith, and B. E. Proctor : J. Am. Oil Chemists' Soc., 35, 1~5 (1958)
- 8) K. Täufel, R. Zimmermann, und R. Huber : Naturwissenschaften, 47, 355 (1960)
- 9) L. R. Dugan and P. W. Landis : J. Am. Oil Chemists' Soc., 33, 152~154 (1956)
- 10) H. T. Slover and L. R. Dugan : Ibid., 34, 333~335 (1957)
- 11) H. Lück und R. Kohn : Experientia, 17, 109~110 (1961)
- 12) A. J. Swallow : "Radiation Chemistry of Organic Compounds", p. 111, Pergamon Pr. (1960)
- 13) R. M. Black : J. Appl. Chem. (London), 8, 159~163 (1958)
- 14) H. Lück und R. Kohn : Fette, Seifen, Anstrichmittel, 63, 812~818 (1961)
- 15) U. S. Patent 2 945 795

本誌 35 巻 9 号 正誤表

ページ	欄	行	誤	正
欧文要旨 377	右 ページ	下から11	105±°C	105±°C
380, 81	上	の見出し	イタコン酸誘導体の重合と…	この報文中の放射線の単位はすべて10 ⁻⁴ です イタコン酸誘導体の重合と…
384		図-3~5	温度 (hr)	温度 (°C)
402	右	9	捏 練	捏 練
"	"	12	燥 発	爆 発
"	"	表 6 より上 2 行	アラデー箱内	ファラデー箱内
404		表 1	3% 噴霧試験にて	3% 塩水噴霧試験にて
405	左	表 3 より上 2	MnO ₂	MnO ₂
"	右	表 4 より下 2	…すると事実かえて	…すると事実かえって
411	上	の見出し	分級と集塵(その 2)	分級と集塵(その 1)
"		図 9	粒子飛出し速度係に	粒子飛出し速度係数
413	左	下より15	低沸点単独で	低沸点溶剤単独で
"	"	下より12	除去する	除去する
416	右	下より16	酪酸セルロース	酪酸エチル
423	左	14	2. 関西支部…	12. 関西支部…
"	"	19	12. 人事消息	13. 人事消息
"	"	20	1) 小島正一	1) 川島正一郎
"	右	3	神原塗料株式会社	神東塗料株式会社

外 国 寄 贈 雑 誌

(10月13日~11月18日)

雑 誌 名	巻 (年)	号	発 行 所	雑 誌 名	巻 (年)	号	発 行 所
Printing Abstracts	17	7	PATRA	Schweizer archiv	1932	8	Association suisse pour l'essai de ma- tériaux
American paint journal	47	8, 9, 10 12, 14	American paint journal Co.,				Association suisse des Chimistes de l'industrie des Vernis et Couleurs
Double liaison	1962	84	1' Association Francaise des Techniciens des peintures Vernis et Encres Imprimerie.	IGT-neuws	1932	7, 8	Uitgave stichting instituut Voor grafische techniek T.N.O
Verfkronick	1962	8, 9	Officeel orgaan Van de Vereniging van Vernis-en Vereffabrikanten in Nederland	化 学 通 板	1962	9, 10	化学通板編集委員会 (北京市)