

有机氯农药在苏南太湖流域 环境生态系统中的归趋与危害

江苏省环境科学研究所

一九八二年一月

有机氯农药在苏南太湖流域 环境生态集中的归趋与危害

江苏省环境科学研究所编

一九八二年一月

有机氯农药在苏南太湖地区农业环境生态系中的归趋与危害

蔡道基 杨佩芝 汪竟立 江希流

(江苏省环境科学研究所)

随着工农业生产的发展,化学农药的使用量日益增多,至1980年,全国农药总产量已达53.7万吨,农药品种超过了一百多种,其中有机氯农药产量占一半左右。有机氯农药的残留性很强,有机氯农药的大量使用,必将导致环境的污染。本文选择国家科委与国家农委设在太湖流域的农业现代化综合科学实验基地为主要调查对象(下称“基地”),研究有机氯农药(666, DDT)在农业环境生态系中的积累、迁移和转化规律,并以农药的食品卫生标准和日允许摄入量(ADI),作为衡量标准,来评价农药对该地区农业环境质量的影响,及其对人体的危害。

一、试验材料和方法

调查采集的标本包括大气、水样、土壤、作物、蔬菜、禽畜、水产、鸟类、昆虫、以及人奶和人体脂肪等,共计约三百多个标本。采样地点主要是无锡与吴县两个“基地”上的东亭、春雷、春益、新屯、越溪等五个大队和邻近的一些地区和太湖水域,采集时间为1979年至1980年。

植物样品和土壤样品中 666、DDT 的测定方法，用石油醚与丙酮混合液萃取，硫酸磺化法净化，气相色谱法测定⁽¹⁾。动物性样品用高氯酸和冰醋酸混合液消化，用液液分配法萃取，硫酸磺化法净化，气相色谱法测定⁽²⁾。

(一) 农业环境中的残留农药

1. 土壤中的残留农药

稻田土壤标本均采自“基地”上的五个大队，每个大队采 0—10 厘米深土壤 3—4 个，另外根据不同土壤类型，采集了部份菜地、桑田、桃园、荒山地等土壤标本，分别测定 666、DDT 残留量。

表 1： 稻田土壤中 666 残留量

采样地点	666 (PPm)				
	甲 体	乙 体	丙 体	丁 体	总 量
东 事	0.072	0.097	0.033	0.052	0.254
春 雷	0.083	0.346	0.092	0.082	0.603
春 益	0.111	0.099	0.111	0.068	0.389
新 屯	0.080	0.194	0.063	0.082	0.419
越 漠	0.104	0.326	0.099	0.085	0.614
平 均	0.088	0.213	0.077	0.074	0.452

从表 1 可以看出：稻田耕层土壤中 666 含量为 0.254—0.614 PPm，平均为 0.452 PPm。与全国各主要水稻区土壤中 666 的平均残留量相比，要稍高一些。

土壤中农药残留量的高低，决定于农药用量，农药种类，与土壤的环境条件⁽³⁾。太湖流域的稻田，一般都实行水旱交替的稻麦轮作制，全年 666 平均用量，每亩约三斤左右：三斤 6% 的 666 粉，相当于 666 工业原粉 642.86 克。使用农药时，通常有 60% 的药粒将

掉落于土壤之中，按此估计，上述用药水平，如果进入土壤中的农药都不流失与降介，则每年可使耕层土壤中 666 含量增高 2.571PPm，实测结果，土壤中历年使用农药的总积累量为 0.452PPm，显然，进入水田中的农药，大部份已降介消失。为了求出 666 在太湖流域稻田中的降介速度与残留系数，我们用下列公式进行计算：

$$R = QK + QK^2 + QK^3 + QK^4 + \dots + QK^n$$

R — 土壤中的残留农药

Q — 进入土壤的农药

n — 施药年数

K — 残留系数

当 $K < 1$ ， $n \rightarrow \infty$ 时（当 K 很小，n 超过 5 年以上时， QK^n 即失去实际意义，此时可把 n 看成是无穷大），可将上式简化为下式：

$$K = \frac{R}{Q + R}$$

将实测的土壤中 666 的平均残留量 0.452PPm，与每年进入土壤的农药量 2.571PPm 代入上式，求出残留系数 $K = 0.15$ ，即当年施入稻田的 666，仅有 15% 残留于土壤之中，其余 85% 的农药已降介或流失。这说明 666 在太湖流域稻田中的降介速度还是很快的，上述测定结果与国内其他地区相比，有偏高的现象，显然是与该地区农药使用量大的原因有关。

农药在土壤中的移动，有水平移动与垂直移动两种（4）。水平移动使农药随地表径流，流入江河湖泊，垂直移动使农药从地表渗入到土壤深层或地下水之中。从表 2 可以看出，666 在土壤剖面中的分布，表土比底土高得多，由于 666 的移动性较强，在一米深处土层中仍检出有 666，在 20—100 厘米土层中 666 的总贮量，比耕层中

还高1.58倍。太湖流域地势平坦，地下水位一般很高，因此防止农药对地下水污染问题，就必须引起注意。

表2：666在土壤剖面中的分布*

土 址 深 度 (cm)	666 (PPM)				
	甲 体	乙 体	丙 体	丁 体	总 量
0——10	0.081	0.106	0.048	0.050	0.284
10——20	0.054	0.035	0.021	0.039	0.149
20——30	0.053	0.016	0.024	0.021	0.114
30——40	0.049	0.031	0.020	0.014	0.114
40——50	0.039	0.016	0.021	0.021	0.097
50——60	0.026	0.014	0.012	0.016	0.068
90——100	0.034	0.012	0.019	0.014	0.078

* 东亭三耕队黄泥土

666各异构体在稻田土壤中的组成状况。在耕层土壤中乙体含量比例很高，各异构体残留指数的大小依次为：

乙体(5.92) > 丁体(2.06) > 丙体(1.22) > 甲体(0.28)
异构体的残留指数愈大，反映它在环境中愈难降解的特性⁽⁵⁾。

太湖流域的农田，除水田外，还有一些零星菜地、桑田、果园和山地。由于种植作物类型不同，使用农药的种类、数量，以及土壤条件都有很大差异。城市郊区菜地和果园，以前曾使用过大量的DDT和666，至1975年已禁止使用，调查结果表明（见表3）：菜地和果园中至今666、DDT的残留量还相当高，表明有机氯农药在旱地土壤中难降解的特征。山顶荒地，虽从未使用过农药，但同样检出有666残留，这主要是来自大气飘移沉降的农药。

农药对环境的污染，有点源污染与面源污染两种。太湖流域地区。

表3：不同土壤中残留农药

		666 (PPM)					DDT (PPM)				
		甲体	乙体	丙体	丁体	总量	DDE	DDD	pp-DDT	pp'-DDT	总量
耕地及荒地	稻田	0.088	0.213	0.077	0.074	0.452					
	菜地	0.188	0.188	0.123	0.063	0.562	0.063	0.131	0.475	6.000	6.669
	桑田	0.203	0.383	0.143	0.117	0.846	0.071	0.050	0.075	0.275	0.471
	桃园	0.238	1.075	0.173	0.123	1.609	0.450	0.375	0.150	1.750	2.725
	围湖造田	0.073	0.150	0.063	0.053	0.339					
	山顶荒地	0.069	0.020	0.069	0.046	0.204					
农药厂	厂内园地	13.900	250.00	4.400	6.500	274.80	微量	260.00		160.00	420.00
	厂外水田	0.375	0.410	0.250	0.275	1.310	0.125	0.750		0.600	1.475
	厂外菜地	0.565	0.860	0.465	0.525	2.415	0.400	0.400	0.290	1.300	2.390

* 无锡鼋头渚杨郎山顶

除农田大量使用农药的面源污染外，该地区的各市县几乎都有农药厂，从农药厂散发出来的农药为点源污染也不可忽视。从农药厂厂内园地中采集的土壤，666和DDT高达274.80 PPM和420 PPM，比耕地土壤高几百倍。值得注意的是，厂区土壤中乙体含量很高，占666总量的90%以上；DDD含量也很高，占DDT总量的60%以上，说明在厂区范围内，虽然农药的降落量很大，但土壤中的微生物已适应了这一特殊的环境条件，而且这些微生物对农药已具有强烈的降解能力，因此在666综合体中，易降解的甲体、丙体和丁体均迅速降解，致使难降解的乙体含量比相应升高。在这特定的土壤环境中，DDT亦迅速被降解成DDD，因DDD在环境中的稳定性比DDT更强，因此土壤中DDD含量就增高。

2. 水中的残留农药

太湖流域的水域环境，一般不直接使用农药，但农田使用的化学

农药，其中一部份将会随水迁移，流入江河湖泊或地下水之中，为了了解农药对水体污染的影响，我们从“基地”及相邻的太湖湖区，择有代表性的河段，采集了河沟水，大河水，太湖水，以及井水各三个标本进行水样分析。

表4：水域中666残留量*

	666 (PPb)				
	甲 体	乙 体	丙 体	丁 体	总 量
浅井水	0.350	0.275	0.113	0.284	1.022
深井水	0.382	0.032	—	0.180	0.594
河沟水	1.009	1.554	0.258	0.739	3.560
大河水	0.676	0.913	0.419	0.537	2.545
太湖水	0.379	0.550	0.125	0.619	1.673

* 采样时间 1979 年 11 月

从表4可以看出：不同水域中666残留量有较大差别，含量在0.594—3.560PPb之间，地表水的平均含量2.581PPb，地下水的平均含量0.808PPb；在地表水中以河沟水含量最高，其次是大河水，太湖水最低；在地下水中，深井水含量比浅井水低。这一变化规律，与采样点离农田的远近，地下水位的高低密切相关。

水体中666各异构体的组成状况，与土壤相比差异不大，说明水体中的残留农药，主要来自于农田的径流；但水体中乙体的残留指数比土壤中要低一些，而丁体的残留指数，比土壤中要高一些，这可能是与各异构体在水中的溶解度有关，乙体在水中的溶解度比丁体小，所以它就较难随水迁移，流入江河之中。各异构体残留指数的大小，依次为：

乙体(4.43) > 丁体(3.15) > 丙体(0.70) > 甲体(0.43)

国家规定的饮水水质标准，666为20 PPb。上述水样的检测结果，均未超标。然而，环境是一个十分复杂的综合体，水域中的各种生物有些对农药的毒性反应十分敏感，有些对农药的富集能力很强，因此，就整个生态系统来说，水中低浓度的残留农药，对水生生物的危害问题，同样应值得重视。

3. 大气中的残留农药

大气中的残留农药，来源于三个方面。一是农田施药时飘散入大气的药粒，二是从地表、水面因挥发作用逸入大气的残留农药，三是从农药厂散发出来的农药尘埃。太湖流域三种途径皆有。

表5：大气中666残留量*

	666 (Ppt)				总量
	甲 体	乙 体	丙 体	丁 体	
东 亭	0.088	0.383	0.138	0.104	0.713
鼋 头 渚	0.346	0.346	0.346	0.242	1.280
市 区	3.594	2.292	0.938	0.486	7.310
农药厂厂区	1622.33	577.77	688.9	133.33	3022.33
农药厂车间	4888.90	1288.90	2055.57	288.90	8522.27

* 采样时间 1980年4月

从表5可以看出：无锡市区与郊区大气中666的残留量在0.713—7.310 Ppt之间，平均为3.101 Ppt，市区比郊区高。在农药厂厂区内，大气中666含量高达3022.33 Ppt，农药包装车间更高为8522.27 Ppt；在上述采样地区，大气中农药含量的高低，与采样点离农药厂的远近有明显关系。但需要指出的，大气中农药含量的高低，同采样季节关系很大，上述结果是在1980年4月采的样品，当时农田施药量很少，如果在施药高峰期采，农村大气

中农药含量一定会更高一些。

大气中 666 各异构体的组成变化，与采样点关系密切。在农药厂附近，大气中 666 各异构体的组成，与农药原粉相似，说明大气中的 666 是从农药厂刚散发出来的药粒。而郊区大气中 666 各异构体的组成状况，与土壤中的残留农药相象，说明郊区大气中的残留农药，主要是从土壤中挥发出来的残留农药。大气中 666 各异构体残留指数的大小依次为：

乙体 (4.06) > 丁体 (1.12) > 丙体 (1.09) > 甲体 (0.62)

总的来看，除局部地区外，大气中农药的含量是很低的。然而，就因为大气中这些低浓度农药随气流而远距离运行，和长时期的影响，导致了全球性的农药污染。因此，在污染物中，农药属全球性的污染物。

综合上述结果，太湖流域自然环境中的残留农药，以土壤中最高，水中次之，大气中最低。各介质间平均含量的级差约三个数量级。

(二) 生物体中的残留农药

生物生长于环境之中，无不受各种环境因素所制约。环境中的残留农药，将通过各种途径对生物的生存，生长，繁殖，产量和质量产生影响。下面仅对有机氯农药在各种农业生物体内的残留状况，分别加以讨论。

1. 农药在作物、蔬菜中的残留

太湖流域的耕作制度，以双三熟为主，主要作物有水稻，小麦，油菜等，在城市郊区还有部份菜地。不同的作物，因使用农药的种类与数量的不同，污染状况亦异。

分析结果表期（见表 6），从“基地”各大队采集的六种稻谷标

本(每个标本均由十个以上的生产队采集的样品混合加工而成的糙米)中666残留量为0.364—1.084 PPM, 平均为0.699 PPM, 其中除糯稻米未超标外(糙米中666允许残留量为0.5PPM), 其余五种稻米均已超标。666在三麦、油菜上的用量一般比水稻少, 但供测的三麦、油菜标本中666含量, 反而比稻米高, 这是因为各季作物上农药的实际用量, 决定于当时病虫害的发生情况, 在病虫害猖獗年份, 有时在冬作物上的农药用量也很高, 这可能是造成某些年份, 三麦和油菜上农药含量, 反而比水稻高的原因。另外, 作物上农药残留量的高低, 与各种作物种植季节有很大关系, 夏天气温高, 雨水多, 阳光中紫外线强, 沾附在水稻上的农药容易通过光介, 挥发和雨淋等作用, 迅速消减; 而冬春期间气温低, 紫外线弱, 雨水少, 农药就容易在小麦上积累, 从666各异构体的组成看, 稻米中乙体占666总量的百分数, 比小麦、油菜要高得多, 这也有力的证明了666在水稻上容易降解, 而不容易积累的特点。

表6: 作物中的残留农药

	666 (PPM)				
	甲 体	乙 体	丙 体	丁 体	总 量
早 籼 稻 米	0.233	0.391	0.110	0.350	1.084
后 作 梗 稻 米	0.198	0.110	0.063	0.093	0.464
后 作 杂 优 稻 米	0.328	0.273	0.129	0.289	1.019
单 " " " " "	0.186	0.248	0.093	0.215	0.742
单 作 梗 稻 米	0.153	0.163	0.059	0.146	0.521
糯 稻 米	0.115	0.100	0.059	0.090	0.364
平 均	0.202	0.214	0.086	0.197	0.699
小 麦	0.875	0.275	0.363	0.265	1.778
大 麦	0.875	0.300	0.338	0.329	1.842
油 菜	0.713	0.230	0.280	0.191	1.414

666 各异构体在水稻上的残留指数，以乙体最高，依次为：

乙体 (3.65) > 丁体 (3.28) > 丙体 (0.88) > 甲体 (0.41)

在三麦与油菜上亦有类同的规律，这说明当年使用于作物上的 666，与环境中的残留农药一样，亦以乙体的残留性最强，

表 7：残留农药在水稻植株^上的分布

	666 (PPM)					DDT (PPM)				
	甲体	乙体	丙体	丁体	总号	DDT	DDD	op-DDT	pp-DDT	总号
糙米	0.130	0.280	0.055	0.218	0.683					
精米	2.063	0.125	0.015	0.125	0.328					
糠	1.125	1.075	0.263	0.975	3.438					
稻壳	0.675	1.650	0.325	1.125	3.775	0.200	0.263	0.450	8.500	9.413
根	0.800	1.925	0.220	0.900	3.845	—	0.400	0.250	3.250	3.900
茎	0.825	1.850	0.450	1.150	4.275	0.150	0.250	1.000	10.000	12.300
叶	0.850	2.400	0.263	1.550	5.063	0.275	0.750	5.750	20.50	27.275
疵稻*	0.713	0.925	0.316	0.615	2.619					

* DDT 未测

水稻植株由根、茎、叶、籽实等部份组成，因各部份所处的环境介质，接触农药的机率，及其自身特点的不同，受农药污染的程度也各异。从表 7 可以看出，666 和 DDT 在水稻植株上的残留量，以茎叶最高，其次是稻壳与稻根，稻谷最低；在稻谷中，以稻壳最高，米糠次之，稻米最低。

米糠中农药含量比精米高十倍左右。糙米加工成精米后，对 666 的去污率可达到 50% 左右。

蔬菜标本采自无锡市郊，自 1975 年起菜地已禁用有机氯农药。由于 666 和 DDT 在旱地中的残留性很强，至今菜园土中农药含量还很高（见表 3），因此，土壤中的残留农药就会引起蔬菜的二次污染。

从表 8 可以看出，蔬菜中 666 平均含量还有 0.273PPm，这说明有机氯农药在禁用后，其危害性还会延续相当长的时间。

表 8：蔬菜中的残留农药

	666 (PPm)				
	甲 体	乙 体	丙 体	丁 体	总 量
小青菜	0.163	0.153	0.070	0.076	0.432
蕃 茄	0.061	0.067	0.025	0.025	0.178
豇 豆	0.035	0.072	0.019	0.024	0.150
土 豆	0.020	0.104	0.021	0.028	0.173
豇 白	0.140	0.148	0.058	0.058	0.404
平 均	0.084	0.109	0.039	0.042	0.272

2. 禽畜中的残留农药

农药对生物的污染，分直接污染与间接污染两种。禽畜的污染主要是通过食物链的传递引起的间接污染。禽畜的食物来源十分广泛，通常作饲料用的稻草、米糠等农付产品中的农药含量都很高（见表 7）这就不可避免地会导致对禽畜的污染。

调查结果表明（见表 9），禽畜肌肉中（猪，兔为纯瘦肉；鸡、鸭、鹅等为带皮的混合肉）666 残留量为 0.671—3.341PPm，平均为 2.011PPm。食品卫生标准规定肉中 666 允许残留量为 0.5 PPm，从“基地”上采集的全部禽畜标本均已超标，最高的超标六倍。禽畜的污染程度依次为：

鸭 > 鸡 > 鹅 > 兔 > 猪

禽畜脂肪中 666 含量为 5.065—12.315PPm，平均为 7.709 PPm，脂肪中农药含量比肌肉高三倍左右，全部检测标本均已超标。

禽畜体内的 DDT 含量比 666 低一些；家禽体内的 DDT 含量均已

超标。家畜稍低一些，未超标。

表9：禽畜体内的残留农药

		666 (PPM)					DDT (PPM)				
		甲体	乙体	丙体	丁体	总量	DDE	DDD	OP-DDT	PP-DDT	总量
鸡	肉	0.325	2.544	0.066	0.158	3.093	0.432	0.037		0.281	0.750
	脂肪	1.800	10.200	0.180	0.135	12.315	3.450			1.900	5.350
	蛋	0.173	0.700	0.035	0.068	0.975	0.195			0.190	0.385
鸭	肉	0.133	3.130	1.400	0.058	3.341	1.025			1.250	2.250
	脂肪	0.245	8.020	1.400	0.550	8.815	3.350			3.700	7.050
	蛋	0.090	1.500	0.065	0.093	1.748	0.295			0.340	0.635
鹅	肉	1.925	—	—	0.043	1.968	0.225			0.900	1.125
	脂肪	0.365	9.600	0.070	0.135	10.170	0.900			3.800	4.700
	蛋	0.600	—	—	0.040	0.640	0.065			—	0.065
猪	瘦肉	0.188	0.483	—	—	0.671	0.065			—	0.065
	肥肉	1.000	3.900	0.090	0.075	5.065	0.520			1.100	1.620
	板油	1.400	3.350	0.050	0.230	5.030	0.550			0.870	1.420
兔	肉	0.165	0.750	—	0.068	0.983	—			—	—
	脂肪	1.750	9.850	0.130	0.450	12.180	0.350			2.700	3.050
麻雀		0.292	0.671	0.203	0.191	1.357	0.434	0.800		0.042	1.296

注：肉中允许残留量 666 与 DDT 均为 0.5PPm；脂肪中允许残留量 666 为 4.0 PPm，DDT 为 2.0PPm，蛋中允许残留量 666，DDT 均为 1.0PPm。

666 各异构体在禽畜脂肪中的组成状况，以乙体最高，占 666 总量的 77.00—94.30%，丙体含量很低，说明 666 在禽体内已经历了强烈的生物降解过程。666 各异构体残留指数的大小依次为：

乙体 (10.85) > 丁体 (0.34) > 甲体 (0.13) > 丙体 (0.09)

3. 鱼体中的残留农药

鱼类生物在水环境中，水质的污染，必将对鱼类的生长产生不良

影响。从太湖五里湖采集的九种鱼类（每种三条，每条重量除鲫鱼为五两左右外，其它鱼种每条约二斤左右），和从无锡东亭公社内塘采集当年饲养的六种成鱼的测定结果表明（见表10）：太湖自然水域中的各种鱼类，666残留量 $0.565-3.380\text{PPm}$ ，平均 1.343PPm ；DDT含量 $0.425-4.175\text{PPm}$ ，平均 1.915PPm 。各种鱼类虽生长在同一水域环境中，但不同鱼种的农药含量有很大差别。鱼体内农药含量的高低，一般与鱼种，鱼龄，鱼长，水温，水中农药含量，农药种类及暴露时间等条件有关⁽⁶⁾，上述测定结果，看不出农药残留量的高低与各种鱼类食性特点之间有何相关性。这说明：水体中的农药，进入鱼体的主要途径，并非是食物链系统，可能与呼吸道的摄入关系更为密切。

太湖水域中 DDT 含量极微，比 666 低得多，但鱼体 DDT 平均含量，比 666 高 1.43 倍，说明鱼体对 DDT 的富集能力比 666 强。但不同的鱼类对 DDT、666 的富集能力却不尽相同，蒙古红，翘嘴红鲌，鲤鱼、黑鱼、团头鲂和鳊，对 DDT 的富集能力比 666 强；白鲢、鲫鱼、青鱼，相反，造成这些差异的原因，既与农药的理化特征有关外，也与各种鱼类自身对不同农药降解能力的强弱有关⁽⁷⁾。太湖水域中 666 残留量 1.673PPb ，鱼体中平均含量 1.343PPm ，浓缩系数 800 多倍，其中蒙古红鲌的浓缩系数最高为 2000 多倍。

内塘养殖的鱼类，666 和 DDT 残留量分别为 $0.193-0.708\text{PPm}$ 和 $0.180-0.475\text{PPm}$ ，平均为 0.452PPm 和 0.242PPm 比太湖鱼类要低得多。太湖鱼体含 DDT 比 666 高，内塘鱼相反，这种差异，显然与水质条件有关。太湖水域虽离农田较远，但农田的径流可直接流入湖区；鱼塘虽与农田相邻，但鱼塘与农田间一般都筑埂相隔，农田水不能直接流入鱼塘，只能通过地下水渗入塘内，因此，伴

有农药的水体，经土层过滤后，进入鱼塘的农药就大大减小，特别 DDT，土壤对它的吸附能力更强，它对鱼塘的影响就更小。

表 10. 鱼体中的残留农药

		666 (PPM)					DDT (PPM)				
		甲体	乙体	丙体	丁体	总量	DDE	DDD	OP-DDT	PP-DDT	总量
大湖	蒙古红鲌	0.850	1.750	0.280	0.500	3.380	2.050	0.450	0.225	1.450	4.175
	白鲢	0.475	1.175	0.225	0.310	2.185	0.525	0.950		0.115	1.590
	鲫鱼	0.348	0.875	0.170	0.400	1.793	0.600	0.270			0.870
	黑鱼	0.258	0.650	0.098	0.290	1.295	3.060	2.260		0.250	5.570
	鳊	0.265	0.500	0.118	0.198	1.081	0.500	0.775		0.115	1.390
	团头鲂	0.245	0.400	0.085	0.270	1.000	0.825	0.650		—	1.475
	黑鱼	0.160	0.273	0.095	0.188	0.716	1.925	0.550		0.325	2.800
	青鱼	0.117	0.370	0.065	0.130	0.682	0.425			—	0.425
	翘嘴红鲌	0.065	0.305	0.050	0.145	0.565	0.235	0.185	0.180	—	0.600
	平均	0.023	0.115	—	0.260	0.398	0.245	—		—	0.245
内埭	平均	0.281	0.674	0.119	0.269	1.343	1.039	0.609	0.041	0.226	1.915
	草鱼	0.073	0.070	0.010	0.040	0.193	0.255	—			0.255
	黑鱼	0.215	0.160	0.045	0.083	0.503	0.275	0.200			0.475
	鲫鱼	0.330	0.190	0.080	0.108	0.708	0.160	0.140			0.300
	青鱼	0.200	0.115	0.025	0.240	0.575	0.225	0.015			0.240
	团头鲂	0.230	0.058	0.035	0.073	0.396	0.180	—			0.180
	白鲢	0.133	0.128	0.030	0.040	0.331	—	—			—
夜田	平均	0.197	0.120	0.038	0.097	0.452	0.183	0.059			0.242
	黄鳝(大)	2.100	6.825	0.555	1.500	10.980	2.175	2.550		0.525	5.250
	"(小)	0.420	2.100	0.200	0.185	2.905	0.850	0.750		0.580	2.180
	泥鳅	1.575	3.550	0.300	0.450	5.875	6.100	7.250		13.500	26.850
专蛙	蛙	0.130	0.470	—	0.080	0.680	0.130	—		0.480	0.610

注：鱼体中 666, DD T 的允许残留量为 2.0PPM

太湖鱼体中 666 各异构体的组成状况，亦以乙体含量最高，各异构体的残留指数依次为：

乙体(5.51) > 丁体(2.54) > 丙体(0.63) > 甲体(0.38)

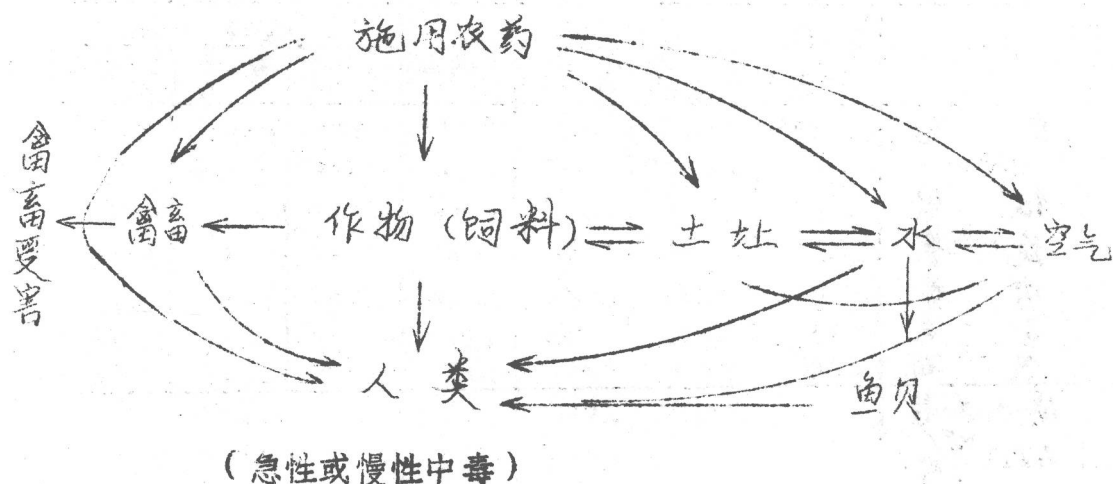
鱼体内DDD、DDE含量比DDT高得多。DDD、DDE是DDT的代谢产物，说明DDT在水域环境与鱼体内已经历了强烈的降解过程。

鱼肉中666和DDT的允许残留量为2PPm，用这一标准衡量，内塘鱼均符合食品卫生标准。采集的太湖鱼类标本，666超标的占22%，DDT超标的占33%。说明太湖水体中农药含量，虽符合饮用水水质标准，但由于水生生物对农药的富集能力很强，水体中低浓度的农药，同样已导致水生生物的污染。因此，在制订水质标准时，除了要考虑水中毒物对人体的直接影响外，还应注意对生态系统的危害。

有机氯农药在水田土壤中降解速度很快，但栖居在稻田环境中的泥鳅、黄鳝、青蛙体内的农药含量却很高，说明在评价土壤环境质量时，除了要注意土壤中残留农药对作物的影响外，还应注意对土壤生物的危害。

四、农药在环境生态系统中的归趋与危害

1. 农药在环境生态系统中的归趋



图一：农药在环境生态系统中的归趋